

KARELIA AMMATTIKORKEAKOULU  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Mikko Hiltunen

MAATALOUDEN EI-TUOTANNOLLISELLA INVESTOINTIKORVA-  
UKSELLA TOTEUTETTAVIEN VESIENSUOJELURAKENTEIDEN  
MAHDOLLISUUDET TOHMAJÄRVEN VALUMA-ALUEELLA

Opinnäytetyö  
Syksy 2015



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Joulukuu 2015**  
**Ympäristötekniikan**  
**koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
Puh. (013) 260 6800

**Tekijä(t)**  
Mikko Hiltunen

**Nimeke**  
Maatalouden ei-tuotannollisella investointikorvauksella toteutettavien vesiensuojelurakenteiden mahdollisuudet Tohmajärven valuma-alueella

**Toimeksiantaja** OTSO Metsäpalvelut

**Tiivistelmä**

Tohmajärven paikalliset asukkaat ilmaisivat huolensa järvensä huononnesta tilasta vuonna 2005, minkä jälkeen on aktivoiduttu miettimään mahdollisia kunnostustoimenpiteitä etenkin valuma-alueella. Vuosina 2015-2017 toteutettavan suuren kunnostushankkeen ohella voidaan alueelle ajatella myös muulla rahoituksella toteutettavia pienempiä hankkeita, joista tässä työssä tarkastellaan maatalouden ei-tuotannollisen investointikorvauksen mahdollisuuksia.

Opinnäytetyö tehtiin palvelemaan toimeksiantajaa Tohmajärven kunnostushanketta silmälläpitäen. Työn tietoperustassa kuvataan maatalousvaltaisille alueille tyypillisesti soveltuvia vesiensuojelurakenteita sekä ei-tuotannollista investointikorvausta.

Tavoitteena oli hakea potentiaalisia vesiensuojelurakenteiden paikkoja ei-tuotannollisen investointikorvauksen ehtojen puitteissa. Työ toteutettiin tarkastelemalla karttoja ja erilaisia paikkatietoaineistoja. Tuloksena saatiin 50 osavaluma-aluetta, joille ehdotettiin vesiensuojelurakenteena kosteikkoa sekä sen toimintaa tukevia muita soveltuvia rakenteita. Ehdotukset esitettiin karttaliitteinä.

Työn tulokset toimivat esiselvityksenä toimeksiantajalle lähdetessä miettimään tarkempia suunnitelmia mahdollisesti toteutuville kohteille. Kohteiden toteutuskelpoisuus riippuu viime kädessä maanomistajan tarpeista sekä tarkemmista maastohavainnoista.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 46 + 28  
Liitteet 5  
Liitesivumäärä 28

**Asiasanat**  
vesiensuojelu, kosteikot, investointikorvaus, paikkatiedot



**THESIS**  
**December 2015**  
**Degree Programme in Environmental Technology**  
Karjalankatu 3  
FI 80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. (013) 260 6800

Author(s)  
Mikko Hiltunen

Title  
The Potential of Non-productive Investment Compensation for Water Protection in the Catchment of Lake Tohmajärvi

Commissioned by OTSO Metsäpalvelut

**Abstract**

The condition of Lake Tohmajärvi has been worsening during recent decades and the local people have started to worry for it. During 2015-2017 there will be large scale restoration project in the area. Along with this, also other funding can be utilized by local land owners.

The purpose of this thesis was to find the most suitable locations for water restoration constructions that can be funded with non-productive investment compensation. Especially wetland potential in agricultural areas in the catchment area of Lake Tohmajärvi was mapped. Also the features of the catchment area were studied and presented. The work was implemented using literature handling water protection, maps, aerial photography and various GIS information sources.

As a result 50 locations were found for constructed wetlands and supporting structures. These suggestions were presented as base map images. The results will be acting as a debriefing and starting point for the commissioner of the work. The actual suitability for implementation will be found out through closer field observations in cooperation with the designated land owners.

Language  
Finnish

Pages 46 + 28  
Appendices 5  
Pages of Appendices 28

**Keywords**

water protection, wetland, investment aid, GIS

## Sisältö

1 Johdanto .....	5
2 Tietoperusta .....	6
2.1 Vesiensuojelu ja vesiensuojelumenetelmät .....	6
2.1.1 Suojavyöhykkeet .....	8
2.1.2 Kosteikko .....	9
2.1.3 Laskeutusallas.....	14
2.1.4 Pohjapadot ja -kynnykset .....	16
2.2 Maatalouden ei-tuotannollinen investointikorvaus .....	18
2.2.1 Rahoitusehdot hankkeelle .....	19
2.2.2 Tuen saajat ja tukitaso.....	19
2.3 Tohmajärvi ja järven nykytila .....	20
2.3.2 Lasku-uomien kuormat Tohmajärveen .....	22
2.3.2 Aiemmat kunnostussuunnitelmat.....	23
5 Aineistot ja menetelmät.....	25
4.1 Käytetyt ohjelmistot ja paikkatietoaineistot .....	26
4.2 Lasku-uomien vedenlaatu .....	27
4.3 Rakenteiden vaikuttavuus ravinnepoistumiin.....	28
5 Tulokset .....	30
5.2 Tohmajärven valuma-alueen kuvaus.....	30
5.2.1 Maankäyttö.....	30
5.2.2 Maaperä .....	32
5.2.3 Suojellut alueet ja LUMO-yleissuunnitelma .....	34
5.3 Osavaluma-alueet ja ehdotetut vesiensuojelurakenteet .....	36
5.3.1 Luosojoen valuma-alue (02.014) .....	37
5.3.2 Perttisenjoen valuma-alue (02.015).....	38
5.3.3 Lahdenjoen valuma-alue (02.016).....	38
5.3.4 Tohmajärven lähivaluma-alue (02.013) .....	39
5.3.5 Esimerkkikohteet Perttisenjoen valuma-alueelta .....	40
6 Pohdinta.....	42
Lähteet.....	44

## Liitteet

- Liite 1 Indeksikartta – koko valuma-alue
- Liite 2 Kohdekartat – Luosojoen valuma-alue
- Liite 3 Kohdekartat – Perttisenjoen valuma-alue
- Liite 4 Kohdekartat – Lahdenjoen valuma-alue
- Liite 5 Kohdekartat – Lähivaluma-alue
- Liite 6 Taulukko: Osavaluma-alueet ja kosteikot



## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Tohmajärven valuma-alueella sijaitsevat potentiaalisimmat sijainnit kosteikoille sekä niihin liittyville muille mahdollisille vesiensuojelurakenteille. Työssä rajaudutaan vain sellaisiin kohteisiin, jotka soveltuvat ei-tuotannollisella investointikorvauksella (jäljempänä ETI-tuki) toteutettaviksi.

Opinnäytetyö toteutettiin tarkastelemalla valuma-alueen ominaisuuksia ja kartoittamalla valuma-alue paikkatiedon avulla käyttäen hyväksi lukuisia aineistoja sekä erilaisin analyysein sekä tuottamalla näiden avulla karttaesitykset kohteelle soveltuvista toimista.

Opinnäytetyö palvelee toimeksiantajaa OTSO Metsäpalveluita tarjoamalla heille tiedon parhaiten soveltuvista suunnittelukohteista tulevaisuudessa. Osaltaan tulokset täydentävät vuonna 2015 käynnistynyttä Tohmajärven kunnostushanketta, jossa suunnitellaan myös muita vesiensuojelutoimenpiteitä kuin ei-tuotannollisella investointikorvauksella toteutettavia kosteikkoja.

OTSO Metsäpalvelut on kotimainen, noin 200 henkilöä työllistävä maanlaajuisen toimija, joka tarjoaa erilaisia palveluja maanomistajille. Palveluvalikoimaan kuuluu metsäsuunnittelu, puukauppa, metsänhoito, metsäomaisuuden hallinta ja neuvonta, yksityisteiden rakentaminen, metsäkiinteistönvälitys ja luonnon- ja ympäristöhoito. Luonnon- ja ympäristöhoito pitää sisällään mm. vesiensuojelun toimenpiteiden suunnittelua ja toteutusta. (OTSO Metsäpalvelut 2015.)

## **2 Tietoperusta**

### **2.1 Vesiensuojelu ja vesiensuojelumenetelmät**

Suomen vesien tilaa heikentää laaja-alaisimmin haja- ja pistelähteistä sekä ilmaperäisestä laskeumasta aiheutuva rehevöittävien aineiden, fosforin ja typen kuormitus. Hajakuormitus edustaa fosforin osalta yli kolmea neljäsosaa ja typen osalta reilua puolta ihmisen aiheuttamasta kokonaiskuormituksesta. Molempien ravinteiden suhteen ihmistoiminnan aiheuttama kuormitus ylittää selvästi luonnon huuhtouman valtakunnan tasolla. Paikallisesti pinta- ja pohjavesien tilaa heikentävät myös eri toiminnoista peräisin olevat orgaanisten aineiden sekä metallien ja muiden epäorgaanisten aineiden päästöt. Kivennäis- ja turvemaiden käsittelyt, kuten ojitukset ja maan muokkaukset, aiheuttavat lisäksi mm. kiintoaineen huuhtoutumista vesiin laajoilla alueilla. (Ympäristöhallinto 2015a.)

Taulukossa 1 on esitetty sektoreittain Ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmän mukaiset valtakunnalliset ravinnekuormien osuudet fosforin ja typen osalta vuonna 2014. Maatalouden osuus on selkeästi suurin sekä fosforin (56,8 %) että typen osalta (46,5 %).

Taulukko 1. Fosfori- ja typpikuormitus eri lähteistä sekä arvio laskeumasta ja luonnonhuuhtoumasta Suomessa vuonna 2014 (Ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmä 29.9.2015)

Päästölähteet	Fosfori t/a	Typpi t/a	Fosfori %	Typpi %
Pistemäinen kuormitus				
Massa- ja paperiteollisuus	150	2 455	4,7	3,8
Muu teollisuus	16	1 151	0,5	1,8
Yhdyskunnat	175	10 817	5,5	16,6
Kalankasvatus	64	613	2,0	0,9
Turkistarhaus	45	430	1,4	0,7
Turvetuotanto	17	435	0,5	0,7
<b>Pistemäinen kuormitus yhteensä</b>	<b>468</b>	<b>15 890</b>	<b>14,8</b>	<b>24,4</b>
Hajakuormitus				
Maatalous	1 800	30 200	56,8	46,5
Haja-asutus	400	2 750	12,6	4,2
Metsätalous	231	3 253	7,3	5,0
<b>Hajakuormitus yhteensä</b>	<b>2 431</b>	<b>36 203</b>	<b>76,7</b>	<b>55,7</b>
Laskeuma	270	12 900	8,5	19,8
<b>Kuormitus yhteensä</b>	<b>3 169</b>	<b>64 993</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Luonnon huuhtouma	1 600	41 500		

Pelloilta huuhtoutuu ravinteita ja kiintoainesta erityisesti syksyllä ja keväällä sade- ja sulamisvesien mukana vesistöihin. Eteläisessä Suomessa myös talvisateet lisäävät kuormitusta. Ilmastonmuutos todennäköisesti vielä huonontaa tilannetta. (Ympäristöhallinto 2015b.)

Maatalouden vesiensuojelu on keskeisessä asemassa pyrittäessä saavuttamaan vesistöjen hyvä tila sekä sisävesissä että rannikkovesissä. Sisävesien rehevöitymistä säätelee fosfori ja rannikkovesien rehevöitymistä typpi. Pelloilta lähtevään vuosikuormitukseen (kg/ha) vaikuttavat mm. tuotantosuunta, viljelyn intensiteetti, viljelymenetelmät ja pellon ominaisuudet. (Puustinen ym. 2007, 7.)

Kotieläintuotannossa muun muassa karjasuojista, lantaloista ja jaloittelualueilta voi aiheutua valumia vesistöön. Erityisesti kotieläintuotannon alueellinen keskittyminen ja suurenevat yksiköt luovat haasteita lannan ravinteiden järkevälle käytölle. (Ympäristöhallinto 2015b.)

Viljelijät ovat tehneet jo paljon toimia maatalouden aiheuttaman vesistökuormitusriskin vähentämiseksi. Vesistä huolehtiminen ei tule kuitenkaan kerralla valmiiksi, vaan vaatii jatkuvaa toimintaa. Jatkuvuuden lisäksi toimintaa on tehostettava ja kehitettävä, jotta maatalous pääsee lähemmäs kaikkia sille asetettuja vesiensuojelutavoitteita. Samalla on kuitenkin muistettava, että vesiensuojelun on oltava myös taloudellisesti ja toiminnallisesti tiloille mielekästä ja järkevästi toteutettavissa. (Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto 2015.)

Peltoviljelyssä keskeisiä toimintatapoja ovat olleet kasvien tarpeen ja peltoympäristön olosuhteiden mukainen lannoitus, vesistöjen suojakaistat, muokkauksen vähentäminen, kasvipeitteisyyden lisääminen sekä huolellinen, vain tarpeen mukainen kasvinsuojeluaineiden käyttö (Maatalouden vesiensuojelu 2009). Koska tämä opinnäytetyö on rajattu koskemaan ainoastaan ETI-tuella toteutettavia vesiensuojelurakenteita, esitellään seuraavassa maatalouden kannalta tehokkaimmiksi havaitut vesiensuojelumenetelmät sekä varsinaisina rakenteina kosteikot, laskeutusaltaat ja pohjakynnykset.

### **2.1.1 Suojavyöhykkeet**

Suojavyöhyke on peltoalueelle valtaojan tai vesistön varteen perustettava, vähintään 15 m leveä monivuotisen kasvillisuuden peittämä, hoidettu alue, jolle ei levitetä lannoitteita eikä kasvinsuojeluaineita.

Suojavyöhyke voidaan perustaa myös luokitellulla pohjavesialueella olevalle pellolle. Suojavyöhykkeet estävät tehokkaasti maa-aineksen ja ravinteiden huuhtoutumista pelloilta. Ne vähentävät vesien rehevöitymistä ja ojien ja rantojen ruoppaustarvetta. Suojavyöhykkeet ovat erityisen hyödyllisiä sellaisilla pelloilla, joiden maan fosforipitoisuus on korkea tai joiden kaltevuus on suuri. Suojavyöhykkeen perustamista kannattaa harkita myös silloin, kun tilalla on pieniä, mutkikkaita tai alavia ja työteknisesti vaikeita rantapeltojen osia. Suojavyöhyk-

keellä voidaan suoristaa lohkon reunoja, ja näin tehostaa ja helpottaa viljelytoimia. (Maa- ja metsätalousministeriö 2007, 2.)

Suojavyöhyke niitetään vähintään kerran vuodessa. Tarkoituksena on ehkäistä pensoittumista ja poistaa kasveihin sitoutuneita ravinteita ja näin köyhdyttää vyöhykkeen maaperää. Niitetty kasvimassa on vietävä pois, jotteivät ravinteet kulkeutuisi vesistöön. (Maa- ja metsätalousministeriö 2007, 7)

### 2.1.2 Kosteikko

Vesiensuojelukosteikolla tarkoitetaan vesistökuormitusta vähentävää ojan, puroon, joen tai muun vesistön osaa tai sen ranta-aluetta, joka on suuren osan vuodesta veden peitossa ja muunkin ajan pysyy kosteana. (Puustinen ym. 2001) Kosteikoissa kasvaa tyypillisesti vesi- ja kosteikkokasvillisuutta. (Maa- ja metsätalousministeriö 2002) Tyypillisiä hyviä paikkoja kosteikolle ovat esimerkiksi ympäristöään matalammat notkokohdat, pitkään veden vaivaamana pysyvät pellonreunat sekä luhta-alueet vesistöjen rannoilla.

Kosteikko perustetaan yleensä ensisijaisesti patoamalla, jolloin paikkana on sopiva notkokohta. Kosteikko voidaan perustaa myös kaivamalla, jolloin kustannukset ovat yleensä suuremmat. Kuitenkin monessa hankkeessa joudutaan käytännössä tekemään sekä patoamista että kaivamista halutun lopputuloksen aikaansaamiseksi. Jos kosteikko perustetaan peltomaalle, joudutaan ravinteikas pintamaa kuorimaan pois, jottei se kuormittaisi lisää kosteikkoa tai alapuolista vesistöä. Taulukossa 2 on vertailtu eri tavalla toteutettujen kosteikkojen fosforin, typen ja kiintoaineen poistumia. Kosteikkoja on kuitenkin tutkittu varsin vähän ja tuloksia ei voida yleistää.

Taulukko 2. Eri perustamistavalla toteutettujen kosteikkojen ainepoistumia (%).  
(Puustinen 2007, 35)

Kosteikko	Toteutus	Kiintoaine	Kokonaisfosfori	Kokonaistyppi
Hovi	kaivamalla	68	62	36
Flytträsk	patoamalla	16	15	11
Rantamo	kaivamalla	28	21	0

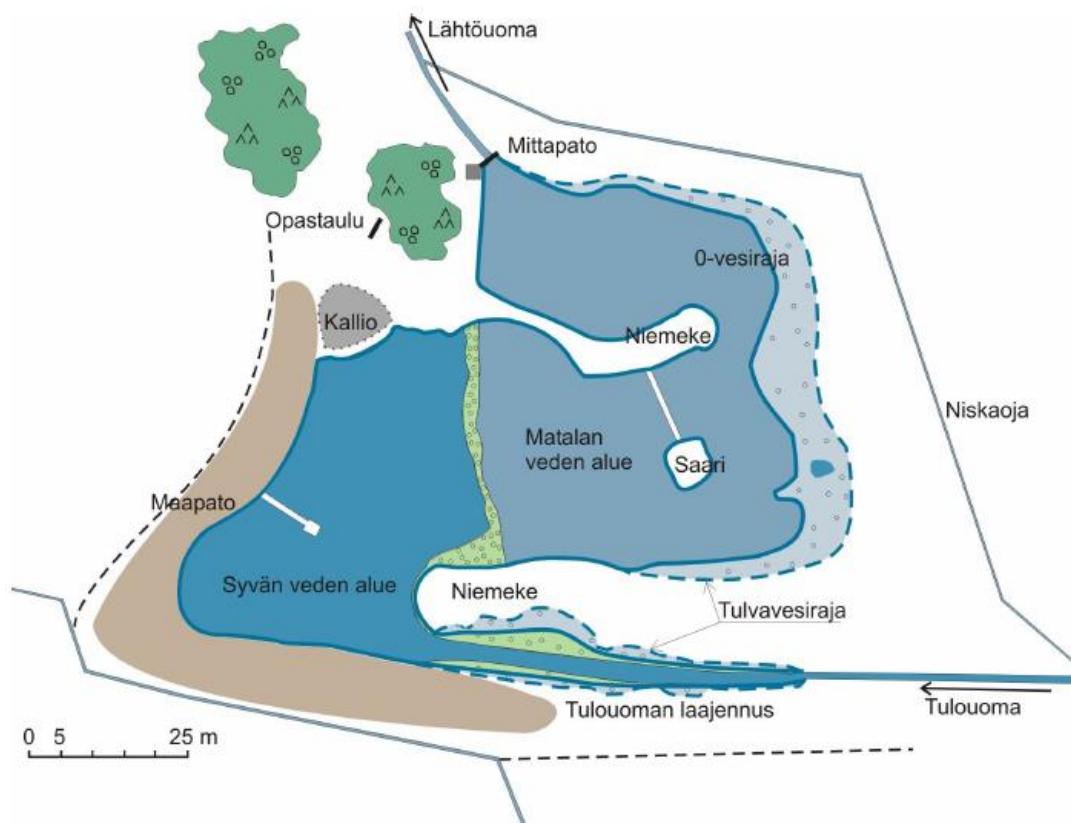
Kosteikoissa kasvaa tyypillisesti runsasta ravinteisuutta suosivia vesi- ja kosteikkokasvillisuutta (Maa- ja metsätalousministeriö 2002). Näitä ovat esimerkiksi osmankäämit, limaskat, kilpukka ja ratamosarpio.

Vesiensuojelutoimenpiteeksi rakennetun kosteikon suunnittelulla ja mitoituksella on ratkaiseva merkitys sen ainepoistumiin. Parhaimmillaan kosteikoilla voidaan pidättää tehokkaasti kuivatusvesiin ja maatalousalueiden pieniin uomiin joutuneita ravinteita ja kiintoainesta. Purovesistöihin liittyvillä tulva-alueilla ja kuivatusoiminnassa muutettujen uomien monimuotoisuuden lisäämisellä voidaan lisäksi parantaa maatalousalueiden uomien itsepuhdistuskykyä ennen ravinteiden ja kiintoaineksen joutumista vastaanottaviin vesistöihin (Puustinen ym. 2007, 7).

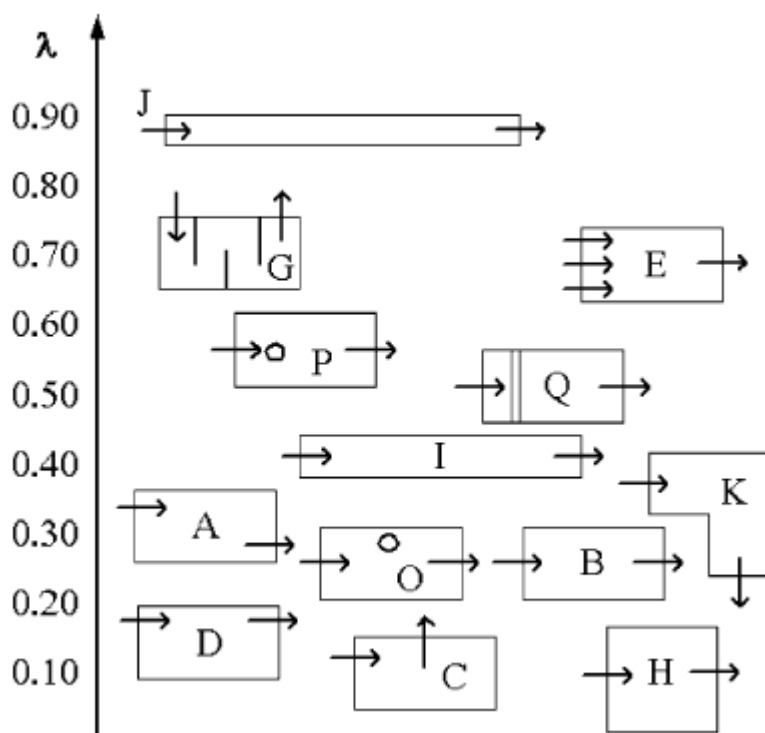
Kosteikon tehokkaan toimivuuden takaamiseksi sen pitäisi sisältää tietyntaiset osat (kuva 1). Kosteikolle tulevan veden alueelle kaivetaan laskeutusallas tai syväne, johon suurin osa kiintoaineesta saadaan laskeutumaan. Tämän jälkeen kosteikossa on syvän veden alue, jonka syvyys tyypillisesti kuivanakin aikana on noin 1 m. Kosteikon loppupää on matalan veden aluetta, jossa vesisyvyys on noin 20 – 40 cm. Vesi poistuu kosteikosta tyypillisesti pohjapadon kautta. Ylivirtaamia varten voidaan kosteikolle tehdä ohitusuoma, jossa korkean veden aikaan osa vedestä ohjataan kosteikon ohi.

Kosteikon alkupäässä oleva laskeutusosa tulee tyhjentää kiintoaineesta tarvittaessa kosteikon toimivuuden takaamiseksi. Hoitotoimenpiteitä ovat liian runsaaksi päässeeseen kasvillisuuden poistaminen niittämällä. Kosteikon rakenteiden kuntoa on tarkkailtava sen perustamista seuraavina vuosina sekä etenkin ylivirtaamien ja runsaiden sateiden jälkeen.

Kosteikon hydraulisella tehokkuudella tarkoitetaan sitä, miten hyvin sille tuleva vesi hyödyntää kosteikon pinta-alan virratessaan sen läpi. Kosteikkoaltaan muodolla sekä niemekkeiden ja ohjailusaarekkeiden avulla veden virtausta voidaan hallita ja saada viipymä mahdollisimman suureksi (kuva 2). Näillä tekijöillä voidaan merkittävästi vaikuttaa kosteikon tehokkuuteen ravinteiden pidättäjänä.



Kuva 1. Hovin mallikosteikon rakenneosat (Puustinen ym. 2007)



Kuva 2. Vesialtaan muodon ja ohjausrakenteiden vaikutus hydrauliseen tehokkuuteen ( $\lambda$ ) (Persson & Wittgren 2003)

Kosteikot puhdistavat valumavesiä monin eri tavoin. Syvän veden alueella elävät mikrobit muuttavat vedessä ja pohja-aineksessa olevaa typpeä kaasumaiseen muotoon (denitrifikaatio), jolloin se vapautuu vaarattomana typpikaasuna ilmaan. Kosteikkokasvillisuus käyttää kasvukaudella vedestä liuenneita ravinteita, fosforia ja typpeä. Veden virtausnopeuden hidastuessa riittävän paljon veden mukana liikkuva kiintoaine laskeutuu kosteikon pohjalle. Samalla siihen sitoutuneet ravinteet (lähinnä fosfori) varastoituvat kosteikon maaperään. (Maa- ja metsätalousministeriö 2005, 2.)

Viljelyalueilta kosteikolle tulevan veden ajoittain korkea ravinnepitoisuus mahdollistaa suurenkin biologisen tuotannon, joka käynnistyy nopeasti planktisten levien toimesta. Hyönteiset ja mm. lintujen mukana leviävistä lepomunista kuoriutuvat vesikirput asuttavat nopeasti uudet, pienetkin vesihabitaatit. (Puustinen ym. 2007, 9–10.)

Kosteikot lisäävät luonnon monimuotoisuutta tarjoamalla elinympäristöjä monelle eri lajille kuten linnuille ja vesikasveille. Varsinkin alueella, jossa lähimpään vesistöön on paljon matkaa, kosteikolla on erityisen suuri arvo luonnon monipuolistajana. Monimuotoinen ja ravinteikas kosteikko runsaine hyönteismäärineen tarjoaa runsaasti ravintoa laajalle joukolle eri lintulajeja. Kosteikko voi olla myös ns. riistakosteikko, jolla osaltaan turvataan alueen vesilintujen pesintöjen onnistumista metsästysmielessä. Kalastoa kosteikkoon ei yleensä toivota, koska kalat kilpailevat liikaa muiden eläinten kanssa kosteikon tarjoamasta ravinnosta. Kalat voivat myös pohjasta ravintoa pöyhiessään aiheuttaa jo sitoutuneiden ravinteiden uudelleenirtoamista kosteikon sedimentistä. Sen sijaan kosteikoissa on voitu kasvattaa rapuja ilman haittavaikutuksia.

Metsätalouden kuivatustoiminta on lisännyt joki- ja purovesistöjen ylivirtaamia ja tulvimistaipumusta alajuoksulla, kun tulva-alueet ovat vähentyneet ja uomien vedenjohtokykyä on kasvatettu (Puustinen ym. 2007, 11). Kosteikolla voidaan myös lisätä veden varastoitumista, jolloin sen alapuolisessa uomassa virtaamavaihteluja saadaan tasoitettua. Tällöin ylivirtaamilla tulvahaitat vähenevät ja toisaalta alivirtaamienkin aikaan uoma pysyy vetisenä ja säilyttää näin vesieliöiden



elinolosuhteet otollisina. Veden varastoituminen myös vähentää eroosioherkillä uoman osilla kiintoaineen liikkeellelähtöä.

Kosteikko monipuolistaa myös usein nykyisten viljelykäytäntöjen johdosta yksipuoliseksi käynyttä maatalousmaisemaa. Tehokkuuden nimissä pellot on usein muutettu laaja-alaisiksi yhtenäisiksi alueiksi, joille ei useinkaan ole jätetty näkyvää rikkovia elementtejä kuten pensaikkoja ja puustosaarekkeitä. Vaihteleva peltoaukea vesialueineen muodostaa mielenkiintoisen maiseman.

Riippuen kosteikon suunnitellusta perustamispaikasta, se voi tarvita erilaisia lupia. Mahdollisia estäviä tai huomioonotettavia tekijöitä voivat olla pohjaveden läheisyys, suojelutilanne, kaavoitus tai naapureille koituvat haitalliset vaikutukset. Vesilaki, patoturvallisuuslaki ja metsälaki asettavat rajoittavia ehtoja.

Vesilain tarkoituksena on ohjata vesirakentamista. Maanomistaja voi omalle maalleen tehdä kosteikon kaivamalla, patoamalla tai pengertämällä sekä varastoida vettä ojaan tai puroon ilman vesilain mukaista lupaa, mikäli vaikutukset rajoittuvat vain hänen omistamalleen alueelle. Mikäli padon tekeminen ja veden varastointi uomassa vaikuttavat naapureiden alueella, tarvitaan myös heidän suostumuksensa. (Mömmö & Haatainen, 2009, 16.) Padottaessa kosteikko puroon, joka lasketaan vesistöksi, on padon yhteyteen toteutettava turvattu kalan kulkureitti. (Puustinen ym. 2007, 28) Jos uoma on luonnontilainen, voi tällaiselle alueelle perustettava kosteikko vaatia vesilain mukaisen luvan. Myös muut vesilain asettamat ehdot on otettava huomioon suunnittelussa.

Patoturvallisuuslain tavoite on varmistaa turvallisuus padon rakentamisessa, kunnossapidossa ja käytössä sekä vähentää padosta aiheutuvaa vahingonvaraa (Patoturvallisuuslaki 494/2009 1. §.) Jos suuria vesimassoja purkautuu hallitsemattomasti kosteikon rakenteiden murtuessa, voivat ne aiheuttaa laajoja vahinkoja. Tästä syystä on rakenteiden suunnittelussa käytettävä tiiviitä maaineksia ja hyödyntää suodatinkankaita sitomaan maakerroksia. Pato ja penkereiden tiiviys tulee varmistaa painelemalla niitä perustusvaiheessa sekä tarvittaessa jos maakerrokset ovat painuneet esimerkiksi talven jälkeen.

Metsälain osalta tulee ottaa huomioon erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsälaki 1085/2013). Yleiskaava-alueelle perustettava kosteikko tarvitsee yleensä maankäyttö- ja rakennuslain 128§ mukaisen maisematyöluvan.

### 2.1.3 Laskeutusallas

Uoman yhteyteen kaivettavalla tai patoamalla toteutetulla laskeutusaltaalla voidaan veden virtausnopeutta hidastaa, jolloin mahdollistetaan kiintoaineen laskeutuminen altaan pohjaan. Mitä hitaammaksi virtaus saadaan ja, sitä hienompaa kiintoainesta saadaan laskeutumaan. Laskeutusaltaan toimivuus riippuu suuresti kiintoaineen koostumuksesta sekä siitä kuinka pitkään vesi altaassa viipyy. Tavoitteena on, että viipymä olisi ainakin 1h ja veden virtausnopeus enintään 1 cm/s. Mitoitukseltaan laskeutusaltaan tulisi olla vähintään 0,1-0,2 % valuma-alueen pinta-alasta. (Puustinen ym. 2007, 41.) Usein laskeutusallas tehdään myös ennen kosteikkoa, jolloin kosteikon toimivuus voidaan taata paremmin varsinkin eroosioherkillä valuma-alueilla, jolloin voidaan välttää kosteikon nopea tukkeutuminen liiasta kiintoaineesta.

Maa-aineksen mukana laskeutuu myös siihen sitoutuneita ravinteita, erityisesti fosforia, mutta ehdottomasti rakenteen tärkein tehtävä on vähentää kiintoaineen etenemistä uomassa. Savi- ja hiesuhiukkaset ehtivät laskeutua altaaseen vain jos ne ehtivät muodostaa suurempia murusia. Laskeutusaltaat eivät juuri pienennä veteen liunneen fosforin ja typen pitoisuuksia. (Maa- ja metsätalousministeriö 2005, 3.)

Laskeutusaltaan täyttymistä on tarkkailtava ja sen on tarvittaessa aina tyhjennettävä, jotta sen toiminta voidaan taata. Tämän vuoksi allas tulisi rakentaa tyhjennykseen käytettävällä koneella hyvin saavutettavalle paikalle. Esimerkki laskeutusaltaasta on kuvassa 3.



Kuva 3. Esimerkki peltoalueen laskeutusaltaasta Valtimon Pohjajärven valuma-alueella (Kuva: Mikko Hiltunen).

#### **2.1.4 Pohjapadot ja -kynnykset**

Maatalouden uomiin, lähinnä valtaojiin rakennettavilla pohjapadoilla ja -kynnyksillä voidaan pysäyttää eroosioherkässä uomassa pohjalla kulkeutuvaa kiintoainesta hidastamalla veden virtausnopeutta. Osaltaan pohjakynnykset myös lisäävät luonnon monimuotoisuutta luomalla uusia elinympäristöjä eri eliölajeille.

Yleensä pohjakynnysrakenteita tehdään ketjuttamalla niitä useita tehokkuuden lisäämiseksi. Rakenteita on käytännössä usein toteutettu uomassa ennen varsinaista kosteikkoa. Esimerkki valtaojaan toteutetusta pohjakynnyksestä on kuvassa 4. Pohjakynnyksen allas on aina ennen täyttymistä tyhjennettävä, jotta sen toimintakyky säilyisi.



Kuva 4. Esimerkki peltoalueen valtaojaan rakennetusta pohjakynnyksestä Valtimon Pohjajärven valuma-alueella (Kuva: Mikko Hiltunen).

## 2.2 Maatalouden ei-tuotannollinen investointikorvaus

Ei-tuotannollisen investointikorvauksen tavoitteena on kosteikkojen perustaminen siten, että edistetään vesiensuojelua maatalouden voimakkaasti kuormittamalla vesistö- ja rannikkoalueilla, parannetaan linnuston ja muun luonnonvaraisen eliöstön elinolosuhteita ja palautetaan peltoalueilta kuivatustoimenpiteiden myötä hävinneitä elinympäristöjä sekä lisätään purovesistöjen merkitystä eliöstön kulkureitteinä ja parannetaan uomien luonnontilaa. Tukea on voinut hakea kosteikkohankkeisiin vuodesta 2008 lähtien (tukikausi 2008 - 2013). Uudelle tukikaudelle 2015 - 2020 on tullut muutamia muutoksia rahoitusehtoihin (Valtioneuvoston asetus ei-tuotannollisten investointien tuesta vuosina 2008 - 2013 185/2008 1. §.)

Tuen tavoitteena on myös arvokkaiden perinnebiotooppien kunnostaminen siten, että maatalousympäristön luonnon monimuotoisuus säilyy ja lisääntyy sekä perinnebiotoopeilla esiintyvän monipuolisen kasvillisuuden ja eläimistön elinolosuhteet paranevat. Lisäksi tuella pyritään edistämään maaseudun kulttuuri-perintöön kuuluvien rakennelmien kunnostamista ja maisemallisten arvojen parantamista. (Valtioneuvoston asetus ei-tuotannollisten investointien tuesta vuosina 2008 - 2013 185/2008 1. §.)

Investointikorvausta voidaan myöntää kosteikkojen, pienten kosteikkojen ketjujen, kosteikkomaisten tulva-alueiden ja -tasanteiden luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteiden mukaiseen perustamiseen ja uoman luonnontilan parantamiseen. Investointikorvaus on osa Euroopan komission hyväksymää Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmaa vuosille 2014—2020. Investointikorvaus voidaan myöntää ja maksaa kehittämisohjelman voimassaoloaikana valtion talousarviossa osoitettujen varojen rajoissa. (Valtioneuvoston asetus ei-tuotannollisia investointeja koskevasta korvauksesta 238/2015 1. §.)

Mutasen ja Lehikoisen (2014) tekemässä opinnäytetyössä tutkittiin Puruveden valuma-alueen maanomistajien tietoisuutta muun muassa maatalouden ETI-tuesta. Toteutetussa kyselyssä tietoisuuden todettiin olevan lähes tuntematonta

maanomistajien keskuudessa kun vain yksi vastaaja 22:sta kertoi tuntevansa tämän tukimuodon.

### **2.2.1 Rahoitusehdot hankkeelle**

Koska rahoituksen tarkoituksena on nimenomaan maatalousvaltaisten valuma-alueiden vesiensuojelun tehostaminen, täytyy tiettyjen mitoitusvaatimusten toteutua. Toteutettavien rakenteiden yhteispinta-alan tulee olla vähintään 0,5 % yläpuolisesta valuma-alueesta. Tähän pinta-alaosuuteen voidaan laskea mukaan valuma-alueella jo aiemmin toteutetut vesiensuojelurakenteet tai luontaiset kosteikot. Lisäksi valuma-alueen maankäytöstä vähintään 10 % tulee olla peltoa. Tuettavan hankkeen tulee olla kokonaispinta-alaltaan vähintään 0,3ha. (Maaseutuvirasto 2015.)

Myönteisen päätöksen jälkeen hanke on toteutettava kahden vuoden kuluessa, mutta erityisestä syystä voidaan toteuttamiselle myöntää lisäaikaa kaksi vuotta. Kosteikon perustamistoimenpiteiden jälkeen, kuitenkin viimeistään investoinnin toteutusta seuraavana vuonna, korvauksen saajan on haettava ympäristökorvauksesta annetun valtioneuvoston asetuksen 29 §:n 1 momentin 1 tai 2 kohdassa tarkoitettua 5 vuoden sopimusta kohteen hoidosta. (Maaseutuvirasto 2015.) Sitoutuminen on hoitosopimukseen on investointikorvauksen myöntämisen ehtona.

### **2.2.2 Tuen saajat ja tukitaso**

Ei-tuotannollisen investoinnin korvausta kosteikkojen perustamiseen voivat hakea aktiiviviljelijät, rekisteröidyt yhdistykset ja vesioikeudelliset yhteisöt. Vuonna 2015 alkaneella tukikaudella enimmäistukitaso kosteikkoa kohden on 11 669€/ha. 0,3-0,5ha kohteille tuki on maksimissaan 3 225€/kohde. Kustannuksia ei saa syntyä ennen myönteisen päätöksen saamista suunnittelua lukuun ottamatta. Korvaus maksetaan toteutuneiden kulujen mukaisesti maksutositteiden perusteella. (Maaseutuvirasto 2015.)



### 2.3 Tohmajärvi ja järven nykytila

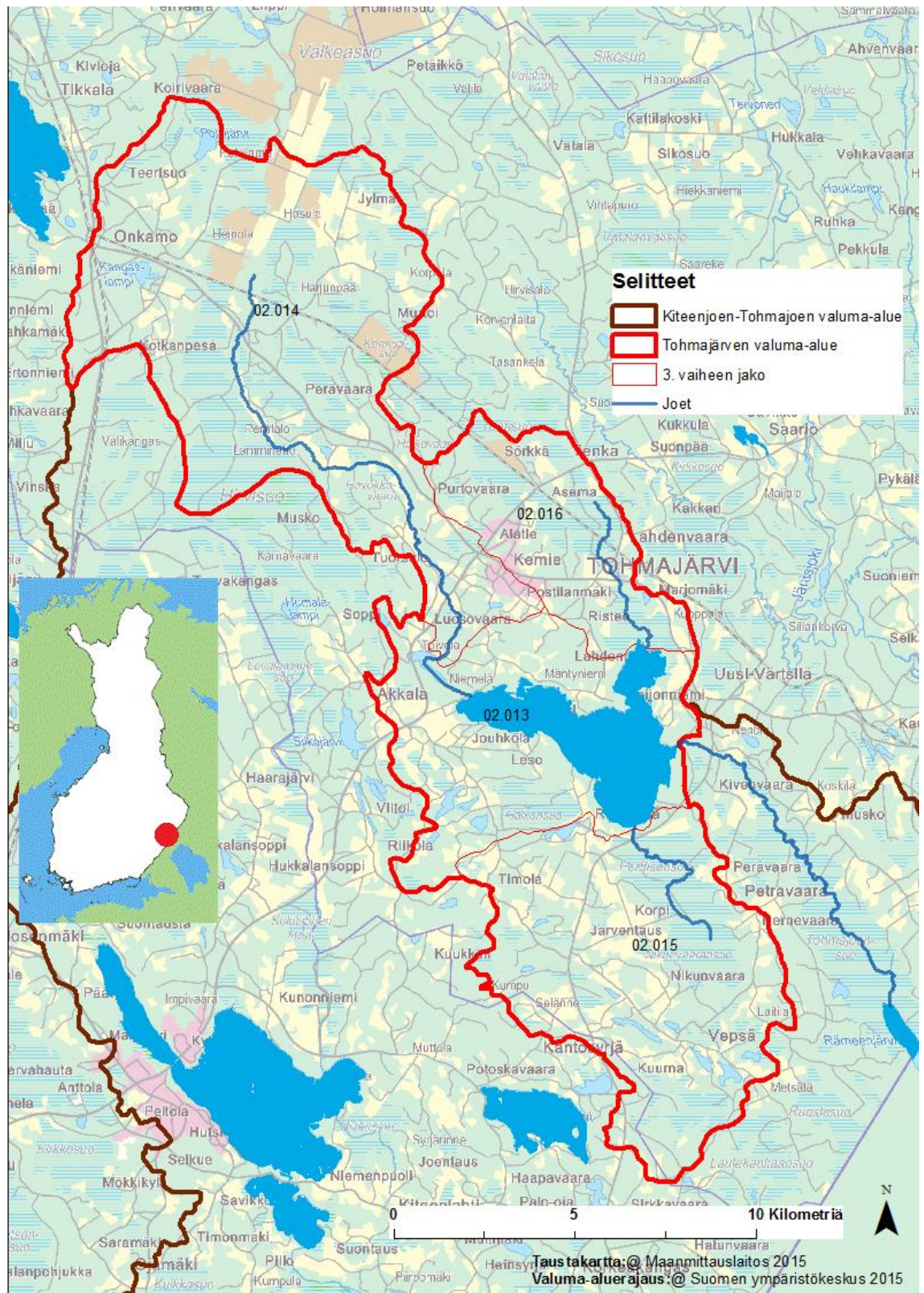
Tohmajärvi luetaan keskikokoisiin humusjärviin (Kh). Järveen laskevat suurimmat uomat ovat luoteen Luosojoki, pohjoisen Lahdenjoki sekä etelän Perttisenjoki. Tohmajärven vedet laskevat Tohmajokea pitkin Rämejärven ja Pälkjärven kautta Laatokkaan.

Tohmajärven rannat ovat suhteellisen tiheään sekä vakituiseen että lom asumiseen rakennettuja. Maataloutta varten järven vedenpintaa on laskettu tietävästi kaksi kertaa, yhteensä noin 3 metriä. Viimeinen järven lasku tehtiin 1960-luvun alussa louhimalla Tohmajoessa olevaa kalliokynnystä. (Airas-Luotonen 2004.) Joen nielussa on säännöstelypato, jolla voidaan säännellä järven tulva-aikaista vedenkorkeutta. Tohmajärven perustiedot on esitetty taulukossa 3 ja sijainti sekä 3. jakovaiheen osavaluma-alueet kuvassa 5.

Taulukko 2. Tohmajärven keskeiset tiedot (Suomen ympäristökeskus 2015)

Korkeustaso (säännöstelyrajat)	80,2 mpy (79,8 - 80,2)
Valuma-alueen pinta-ala	187,25 km <sup>2</sup>
Järvaltaan pinta-ala	12,13 km <sup>2</sup>
Vesitilavuus	37 603 000 m <sup>3</sup>
Rantaviivan pituus	29,95 km
Keskisyvyys	3,1 m
Suurin syvyys	14 m
Viipymä	7,5 kk
Järvisyysprosentti	2 %





Kuva 5. Tohmajärven sijainti ja valuma-alue.

Tohmajärven luoteisosassa sijaitseva kapea Vääränlahti on nykyään suhteellisen matala vesistönosa, jossa muun muassa valuma-alueen pohjoisosan turvetuotannosta johtuva rehevöityminen ja järven pinnan lasku ovat aiheuttaneet

matalien alueiden umpeenkasvua. Lahteen laskeva Luosojoki on ekologiselta kokonaisluokaltaan määritelty tyydyttäväksi. Vääränlahden kunnostushankkeessa lahden tilaa parannettiin poistamalla pohjalietettä lokakuun 2011 ja helmikuun 2012 välisenä aikana. (Sito 2015.)

Vesistöjen ekologisen tilan arvioinnin pohjana ovat niiden luontaiset ominaispiirteet, joiden mukaan pintavedet on jaettu tyyppeihin. Kullekin pintavesityypille on määritelty vertailuolot, jotka vastaavat mahdollisimman häiriintymätöntä vesien tilaa. Veden fysikaalis-kemialliset ja ns. hydrologis-morfologiset tilatekijät tukevat biologisiin tekijöihin perustuvaa arviointia. Eri tekijöille määritettyjen mittarien avulla on saatu tila-arvio, joka on esitetty viisiportaisella asteikolla: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono.

Tärkeä tekijä vesistön tilaa arvioitaessa on myös sen hydrologinen muuttuneisuus. Tämä määritetään seuraavien tekijöiden perusteella pisteyttäen: keskimääräinen talvialenema, vedenpinnan lasku/nosto, muutetun rantaviivan osuus, siltojen ja penkereiden vaikutus sekä vaellusesteet.

Pohjois-Karjalan vesienhoidon toimenpideohjelman luonnoksessa vuosille 2016 – 2020 (Mononen ym. 2014, 93) Tohmajärvi on ekologiselta tilaltaan luokiteltu hyväksi. Hydro-morfologiselta tilaltaan järvi on luokiteltu tyydyttäväksi, mikä on seurausta järven laskusta ja järjestelystä. Tohmajärveen laskevan Lahdenjoen tila on ekologiselta tilaltaan määritetty huonoksi, Luosojoen ja Perttisenjoen tila välttäväksi. Kaikki kolme jokea ovat myös voimakkaasti perattuja, mistä syystä ne on todettu hydrologis-morfologisesti suuresti muuttuneiksi.

### **2.3.2 Lasku-uomien kuormat Tohmajärveen**

Luonnoksessa on esitetty Tohmajärven päälasku-uomien VEMALA-kuormitusmallin mukaiset typpi- ja fosforikuormien osuudet sektoreittain kokonaiskuormituksesta sekä vähennystarpeet 3. jakovaiheen valuma-alueiden osalta. (taulukko 3)

Taulukko 3. VEMALA-mallin mukaiset keskimääräiset fosforikuormitukset (P kg/vuosi, 2006-2011) ja vähennystarve sektoreittain. (lh = luonnonhuuhtouma)

Tohmajärven 3.jakovaiheen valuma- alueet	Maa- talous %	Metsä- talous %	Haja- asutus %	Piste- kuorma %	Hule- vedet %	Lask. + lh %	Fosfori- kuorma kg/vuosi	Vähennys- tarve P/N %
Luosojoki-								
Saarekkeenpuro (02.014)	47	4	25	4	<1	20	1000	5/7
Perttisenjoki (02.015)	73	3	8	0	<1	16	850	5/26
Lahdenjoki (02.016)	32	3	32	20	1	13	440	70/70

Hirvonen (2009) on tutkinut opinnäytetyössään vuosien 2007 ja 2008 näytteenottoihin perustuen lasku-uomien fosfori- ja typpeä kuormia Tohmajärveen. Näiden tulosten perusteella tutkituista uomista päätyy Tohmajärveen keskimäärin 1889kg fosforia vuosittain. Vastaavasti typpeä päätyy järveen 89 303kg vuodessa. Taulukossa 4 on esitetty neljä suurinta kuormittajaa.

Taulukko 4. Tohmajärveä eniten kuormittavat lasku-uomat.

Valuma-alue	P <sub>kok</sub> kg/a	N <sub>kok</sub> kg/a
Luosojoki	756 (40 %)	38 211 (42,8 %)
Lahdenjoki	485 (25,7 %)	16 081 (18 %)
Perttisenjoki	427,7 (22,6 %)	26 423 (29,6 %)
Oja 56 Ontronlahteen	84,5 (4,5 %)	1 958 (2,2 %)
<b>Yhteensä</b>	<b>1753 (92,8 %)</b>	<b>82 673 (92,6 %)</b>

### 2.3.2 Aiemmat kunnostussuunnitelmat

Kiteen-Tohmajoen kalastusalue teki aloitteen Metsäkeskukselle ja ympäristökeskukselle Tohmajärven valuma-alueen kunnostamiseksi vuonna 2005. Paikalliset asukkaat ja järven käyttäjät ovat olleet huolissaan järven kunnosta vuosikausia. Järven veden laadussa ja kalastossa on tapahtunut huolestuttavia muutoksia järven rehevöitymisen lisääntyessä. Kalastajat ovat todenneet verkkojen limoittumisen lisääntyneen aikaisemmista vuosista. (Metsäkeskus 2012.)

Ranta-asukkaiden havaintojen perusteella humuksen sekä levä- ja vesikasvillisuuden määrä on järvessä lisääntynyt. Järven pohjakerrosten vesissä on todettu talvisin happikatoa hapetuslaitteesta huolimatta. Järven ulkoisen kuormituksen on todettu lisäävän sisäistä kuormitusta entisestään. Järven vedenlaatu ja virkistyskäyttöarvo ovat edenneet jatkuvasti huonompaan suuntaan. (Metsäkeskus 2012.)

Tohmajärven valuma-alueella on toteutettu vuonna 2007 valuma-alueen kunnostuksen suunnitteluhanke metsäluonnonhoitohankkeena. Hankkeessa on selvitetty valuma-alueen metsätalousmailla tehtyjen kunnostusojitusten vesien-suojelutoimenpiteiden riittävyttä ja toimivuutta. Havaituille riskikohteille on laadittu korjaus- ja tehostamisehdotukset, mutta yksityiskohtaista suunnittelua ja sopimusten tekoa maanomistajien kanssa ei sisältynyt hankkeeseen. (Metsäkeskus 2012.)

Vuonna 2009 konsultointiyhtiö Pöyry on tehnyt suunnitelman vesiensuojelutoimenpiteistä valuma-alueelle. Näistä eräitä on toteutettu Metsäkeskus Pohjois-Karjalan ja metsänomistajien kanssa kestävänsä metsätalouden rahoituksella vuosina 2010–2012. Vuonna 2014 Pohjois-Karjalan ELY-keskus ja Suomen ympäristökeskus ehdottivat Tohmajärven kunnalle yhteistyötä ja rahoitusta järven veden puhdistamiseksi perustuen Pöyryn suunnitelmiin. Hanke toteutetaan vuosina 2015–2017, ja ELY-keskus on mukana 50 %:n rahoituksella hankkeen kustannuksista. (Tohmajärven kunta 2015.)

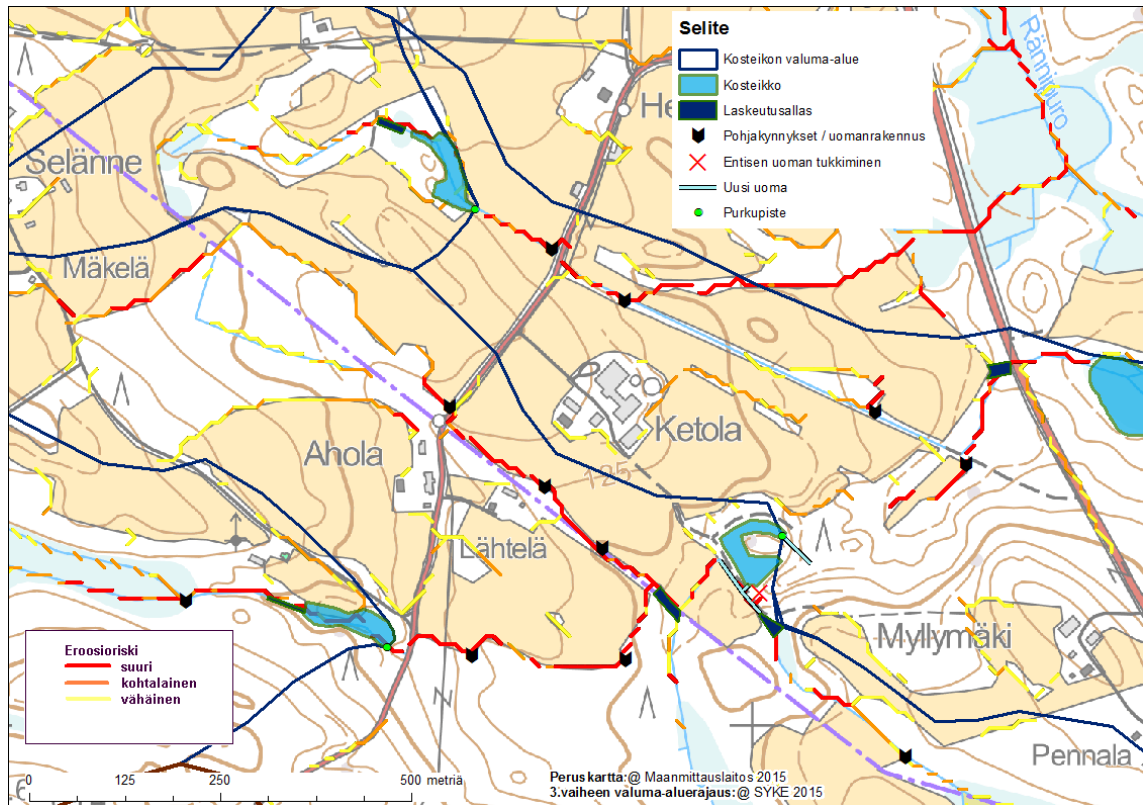
## 5 Aineistot ja menetelmät

Työ aloitettiin selvittämällä, mitä aiemmin julkaistuja tutkimuksia ja selvityksiä Tohmajärven valuma-alueesta on olemassa ja mitä näistä voitaisiin hyödyntää omassa työssä. Pääasiassa tietoa on etsitty internetistä, mutta myös kirjallaisista lähteistä on käytetty raportin laadinnassa. Tämän jälkeen tehtiin ArcGIS-ohjelmistolla työtila, jonka avulla selvitettiin pääasiallisesti paikkatietoon perustuen kohteena olevan valuma-alueen ominaisuuksia erilaisten sähköisten aineistojen avulla.

Paikkatiedolla (geographic information, spatial data) tarkoitetaan kaikkea tietoa, joka sisältää viittauksen tiettyyn paikkaan tai maantieteelliseen alueeseen. Paikkatietoaineistot sisältävät usein luonnon tai rakennetun ympäristön kohteita, mutta paikkatieto voi kuvata mitä tahansa toimintaa ja ilmiötä, joiden sijainti tunnetaan. Paikkatiedot ovat keskeinen osa yhteiskunnan tietovarantoa. Niitä voidaan yhdistellä sijaintitiedon perusteella, analysoida alueellisesti sekä visualisoida karttoina. Paikkatietojen avulla voidaan myös toteuttaa erilaisia kartta- ja paikkatietopalveluja tietoverkkoon. (Maanmittauslaitos 2015)

Kohteet valittiin pääasiallisesti korkeuskäyrien perusteella, jonka jälkeen niitä karsittiin, jos ne sijaitsivat useamman kiinteistörajauksen alueella. Mahdollisuuksien mukaan pyrittiin etsimään osavaluma-alueita, joissa voitaisiin toteuttaa ketjutettuja ratkaisuja. Metsäkeskuksen eroosioriski-aineistoa hyödynnettiin kohdentamaan uomanrakennusehdotuksia. Aineistossa on puutteensa, mutta sen avulla on voitu ehdottaa suunnittelua eroosiolle herkille alueille. Esimerkki eroosiomallin hyödyntämisestä on kuvassa 9.





Kuva 9. Esimerkki eroosioriski-aineistosta sekä ehdotettuja rakenteita

#### 4.1 Käytetyt ohjelmistot ja paikkatietoaineistot

Opinnäytetyössä paikkatiedon tulkitsemisessa käytettiin pääasiallisesti ArcGIS-paikkatieto-ohjelmistoa. Paikkatietoikkuna-palvelua ([www.paikkatietoikkuna.fi](http://www.paikkatietoikkuna.fi)) hyödynnettiin ilmakuvien ja kiinteistörajojen osalta. Työssä hyödynnettiin aineistoja, jotka antavat informaatiota esimerkiksi valuma-alueiden maankäytöstä, korkeuseroista, maanomistusrajoista ym. työn kannalta oleellisesta tiedosta. Näitä aineistoja ylläpitävät Suomen ympäristökeskus, Maanmittauslaitos, Geologian tutkimuskeskus sekä Suomen metsäkeskus. Taulukkoja ja laskelmia tehtiin Microsoft Excel – taulukkolaskentaohjelmalla tuomalla dataa paikkatieto-ohjelmistosta sekä kokoamalla vedenlaadun mittaustuloksia taulukoiksi.

Peruskarttarasteri on koko Suomen kattava maastoa kuvaava aineisto. Se tuotetaan Maastotietokannasta ja sen keskeisimpiä kohderyhmiä ovat liikenneväyläverkosto, rakennukset ja rakenteet, nimistö, vesistöt, maankäyttö ja korkeussuhteet. Peruskarttarasterin sijaintitietojen tarkkuus vastaa mittakaavaa 1:10

000. Tiestöä päivitetään jatkuvasti, hallintorajoja, rakennuksia ja nimistöä vuosittain ja muita elementtejä noin 5-10 vuoden välein. (Maanmittauslaitos 2015) Valuma-alueet-aineisto sisältää Suomen päävesistöalueet, valuma-aluejaon sekä purkupisteet. Hierarkkinen valuma-aluejako sisältää enimmillään 3 jakovaihetta. (Suomen ympäristökeskus 2015a)

CORINE Land Cover 2012 kuvaa koko Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä vuonna 2012. Aineisto koostuu rasterimuotoisesta paikkatietokannasta (erotuskyky 20 \* 20 m) ja vektorimuotoisesta paikkatietokannasta, jossa pienin maastossa erottuva alue on vähintään 25 ha ja kapeimmillaan 100 metriä. (Suomen ympäristökeskus 2015b)

Vesipuitelidirektiivin (VPD) mukaiset vesimuodostumat-paikkatietoaineisto sisältää 2. suunnittelukauden mukaiset pinta- ja pohjavesimuodostumat. (Suomen ympäristökeskus 2015c)

Luonnonsuojelu- ja erämaa-alueet-aineisto koostuu luonnonsuojelulain nojalla lailla tai asetuksella valtion maille tai lääninhallituksen päätöksellä yksityismaille perustetuista luonnonsuojelualueista. Aineistoon kuuluvat myös luonnontilaisina säilytettävät ja osittain luonnonmukaisesti käsiteltävät laaja-alaiset erämaa-alueet. (Suomen ympäristökeskus 2015d)

Metsäkeskuksen vesiensuojelun virtausmallit-aineisto on laskettu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan sekä Suomen ympäristökeskuksen valuma-aluejaon perusteella. Aineisto on kuvattu tietojen perusteella teemoittain eri karttatasoilla. Ominaisuustiedot on esitetty jokaiselle kymmenelle metrille. (Metsäkeskus 2015) Maaperän eroosioherkkyyttä on tarkasteltu niin ikään Metsäkeskuksen eroosioriski-aineistoon perustuen ottaen kuitenkin huomioon aineiston puutteet joillakin alueilla.

## 4.2 Lasku-uomien vedenlaatu

Vuosina 2007, 2008, 2010 ja 2011 Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu opettajansa Tarmo Tossavaisen johdolla ovat hakeneet vesinäytteitä Tohmajärveen

laskevista 14 uomasta. Pitoisuudet, jotka on selvitetty kaikista näistä näytteistä, ovat kiintoaine, kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, rauta ja kemiallinen hapenkulutus. Näitä on hyödynnetty tässä työssä soveltaen, kun on arvioitu osa-valuma-alueiden veden laatua ja siitä mahdollisesti aiheutuvia ongelmia. Veden laadun tarkastelun perustana ovat olleet Karelia-ammattikorkeakoulun opettaja Tarmo Tossavaisen luentomateriaali (2014) sekä Oravaisen (1999) laatima opas.

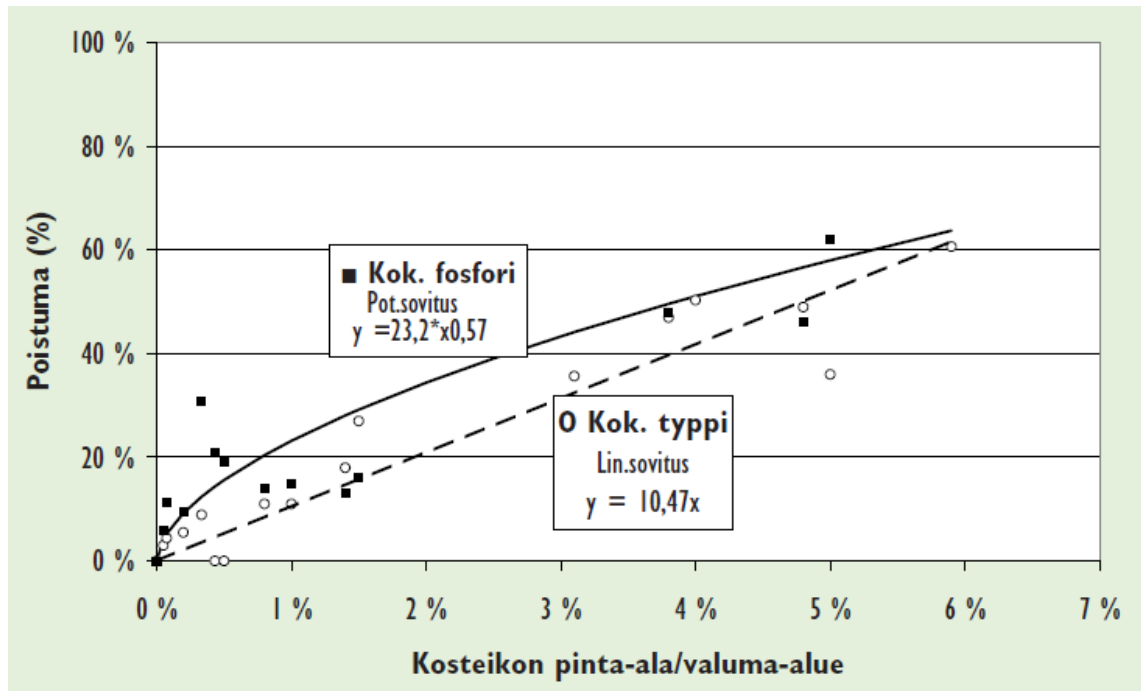
Suurin osa ehdotetuista rakenteista sijaitsee uomien yläjuoksilla, joilta alueilta vedenlaadun mittaustuloksia ei ole olemassa. Vuonna 2009 valmistuneessa opinnäytetyössä (Hirvonen, J. 2009) on selvitetty Tohmajärveen päätyvää ulkoista kuormitusta jo vuosien 2007 ja 2008 osalta. Koska maankäyttö ei oleellisesti ole alueella muuttunut, voidaan kyseisen kuormituksen tasoa pitää melko luotettavana myös nykyään.

#### **4.3 Rakenteiden vaikuttavuus ravinnepoistumiin**

Kosteikkojen vaikutusta sen läpi virtaavan vedenlaatuun on selvitetty mm. pohjoismaisissa ja yhdysvaltalaisissa kosteikoissa (Puustinen ym. 2007, 60). Tuloksena on saatu regressiomallit, joilla voidaan selvittää fosforin ja typen poistuma prosentteina, kun tiedetään kosteikon ja valuma-alueen pinta-alojen suhde (kuva 6). Esimerkiksi jos suhde on 1,5 %, antavat sovitukset poistumiksi fosforille 28 % ja typelle 18 %. Fosforin osalta huomataan, että poistuma kasvaa jyrkästi aina n.0,5 % asti, minkä jälkeen nousu alkaa tasaantua. Typen poistuma sen sijaan on lineaarista pinta-alasuhteen kasvaessa.

Pitää kuitenkin muistaa, että todellinen pidätyskyky riippuu monesta eri muuttujasta, eikä sitä voi yksiselitteisesti etukäteen laskemalla määrittää. Näin ollen tässä työssä ei ole esitetty edellä mainittujen yhtälöiden antamia prosentteja ehdotetuille rakenteille. Todellinen pidättyvyys selviää vain näytteenotoin rakenteen ylä- ja alapuolelta.





Kuva 6. Pohjoismaisissa ja USA:laisissa kosteikoissa mitattuja kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipoistumia suhteessa kosteikkojen pinta-ala/valuma-alue suhteisiin.

Laskeutusaltaiden liukoisia ravinteita vähentävän vaikutuksen on todettu olevan varsin vähäistä (esim. Arovainio 2010). Pohjakynnysten osalta tutkittua tietoa ravinteiden poistumista ei toistaiseksi ole julkaistu, mutta tässä niiden vaikutus on fosforin osalta oletettu varsin maltillisesti 1 %:ksi johtuen vaatimattomasta veden viipymästä tässä rakenteessa. Kynnysten ja laskeutusaltaiden ensisijainen tarkoitus onkin vähentää karkeimman kiintoaineksen kulkeutumista uomassa ennen varsinaisia kosteikkoja ja estää eroosiota. Pohjapatoihin ja -kynnyksiin voi muodostua kasvillisuutta (esimerkiksi näkinsammalta) joka voi sitoa ravinteita.

## **5 Tulokset**

### **5.2 Tohmajärven valuma-alueen kuvaus**

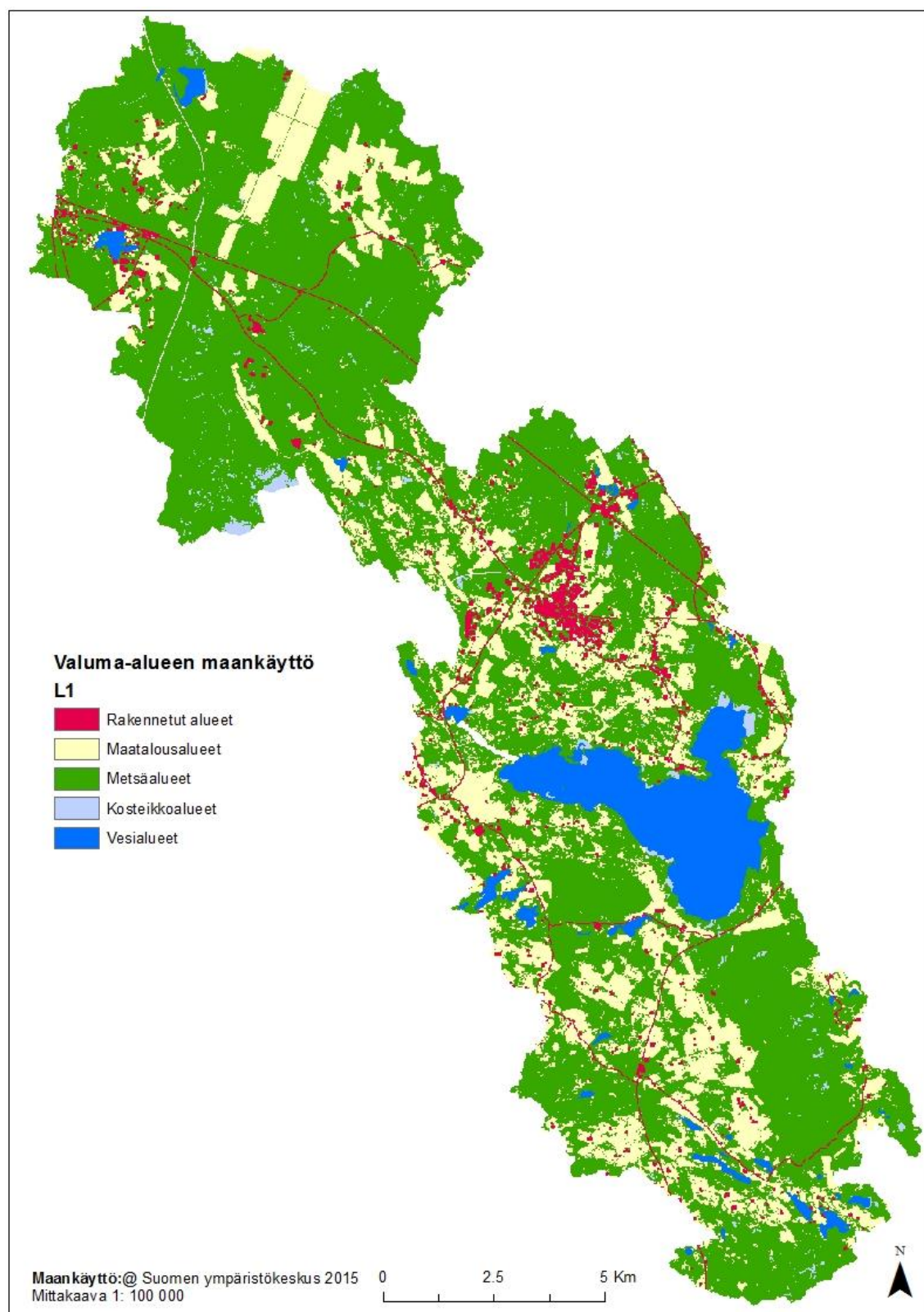
Suomen vesistöt on jaettu 74 päävesistöalueeseen. Tohmajärvi kuuluu Kiteenjoen-Tohmajoen vesistöalueeseen (02). Valuma-alueen koko on 1 594 km<sup>2</sup>, josta Suomen puolella on noin puolet 759 km<sup>2</sup>. Työssä valuma-alueet selvitettiin 3. jakovaiheeseen asti hyödyntäen Suomen ympäristökeskuksen valuma-alueaineistoa. Tarkemmin pienemmät valuma-alueet määritettiin tukeutuen näihin rajauksiin sekä hyödyntämällä peruskartan korkeuskäyriä. Metsäkeskuksen virtausmalliaineistoa on myös hyödynnetty jossain määrin epäselvien alueiden kohdalla.

Tohmajärven vesiallas sijaitsee aivan Tohmajärven taajaman läheisyydessä. Taajaman alue kuuluu merkittäviin maisema-alueisiin.

#### **5.2.1 Maankäyttö**

Suomen ympäristökeskuksen Corine Land Cover 2012 -maankäyttöaineiston avulla selvitettiin valuma-alueen maankäyttöä (kuva 7). Aineistosta rajattiin valuma-alueen rajojen mukainen alue, josta laskettiin kutakin maankäyttöluokkaa vastaavat pikselit. Paikkatietoanalyysin perusteella 65,8 % Tohmajärven valuma-alueesta on metsää. Seuraavana tulee maatalous 21,9 %:n osuudella ja ihmisen rakentamaa ympäristöä (asutus, liikenneväylät ym.) valuma-alueesta on 4 %. Järvisyysprosentti valuma-alueella on varsin vähäinen 2 % (250 ha).

Maatalous on melko tasaisesti jakautunutta valuma-alueella lukuunottamatta kaakon ja pohjoisen laajempia metsäalueita.

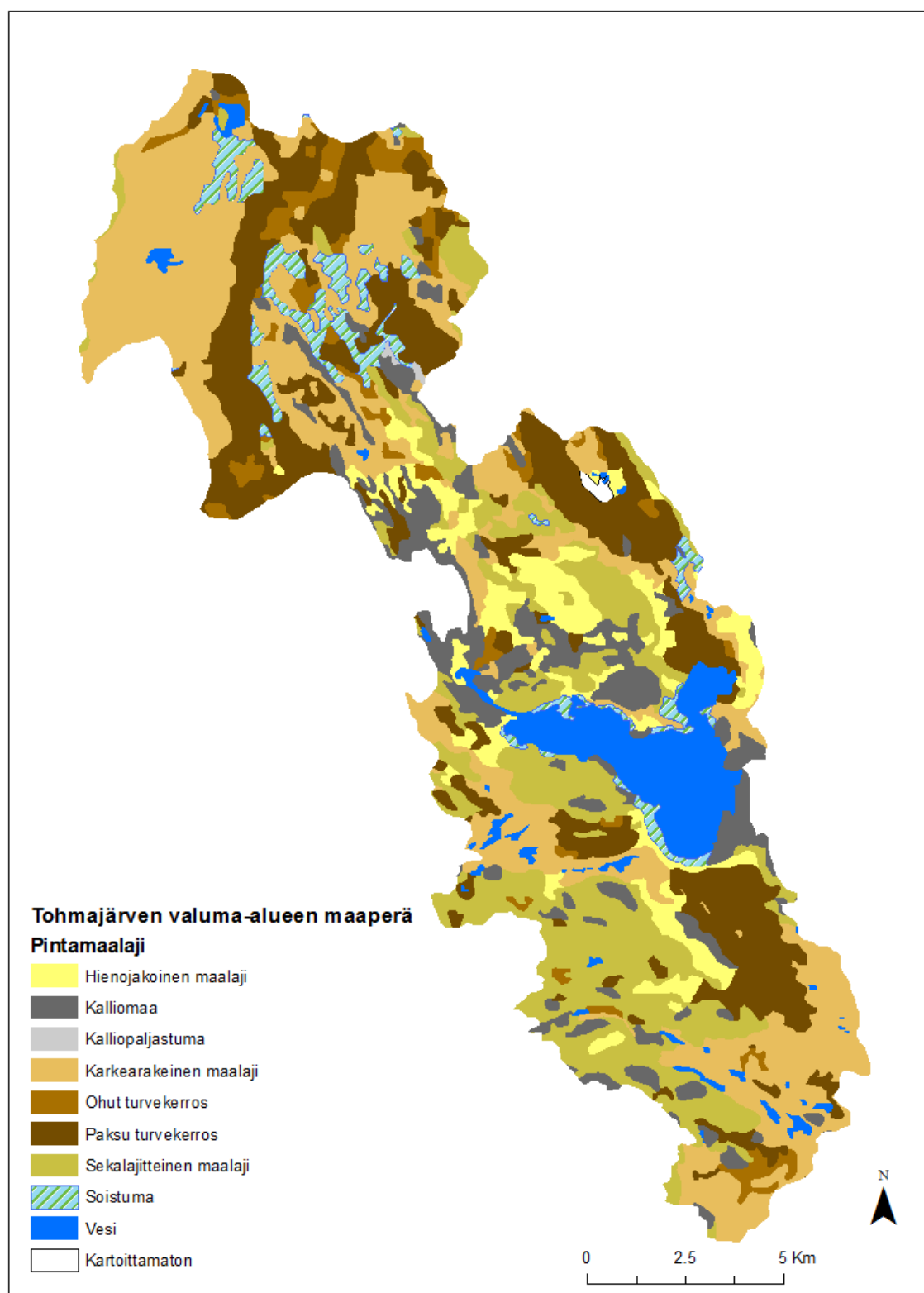


Kuva 7. Valuma-alueen maankäyttö

### 5.2.2 Maaperä

Suurimmalta osin valuma-alueen kallioperä koostuu happamista kiilleliuskeista ja -gneissistä. Pegmatiittigraniittia esiintyy harvakseltaan alueen lounaisosassa. Lisäksi emäksisiä liuskeita ja metabasiitteja on erityisesti luode-kaakko-suuntaisessa jaksossa Tohmajärven kirkonkylän lounaispuolella.

Suurimmat soistumat ja turvemaat sijaitsevat Luosojoen valuma-alueen pohjoisosassa. Hienojakoisia maalajeja esiintyy eniten Tohmajärven taajaman alueella, Ontronlahden edustan peltoalueilla sekä Perttisenjoen suun läheisyydessä. (kuva 8.)



Kuva 8. Valuma-alueen pintamaaperän koostumus (0 – 1m)

### 5.2.3 Suojellut alueet ja LUMO-yleissuunnitelma

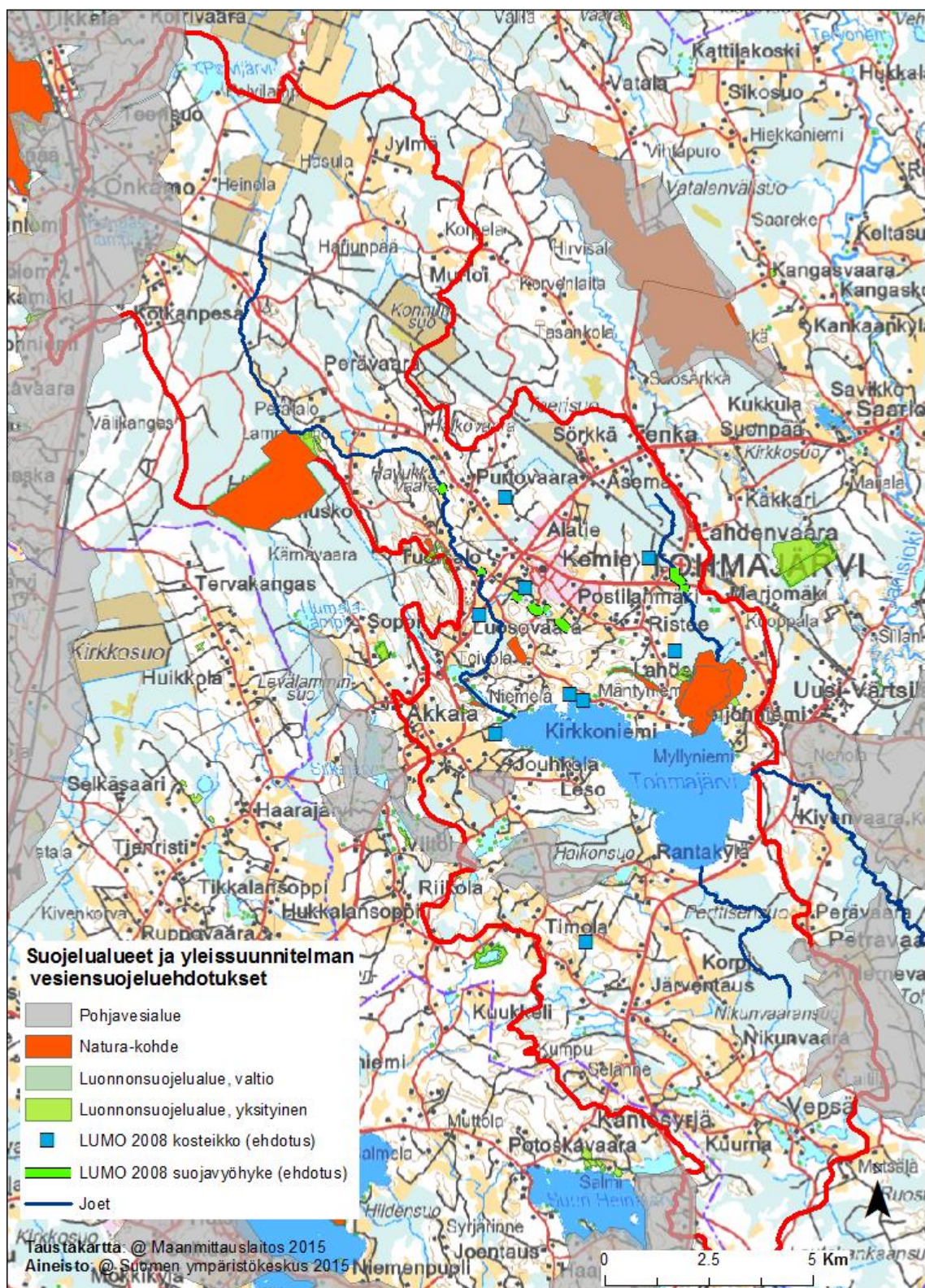
Valuma-aluerajauksen sisäpuolella sijaitsevat pohjavesialueet sijoittuvat aivan alueen luoteis- ja kaakkoisosaan sekä kaksi pienempää aluetta järvioltaan länsipuolelle. Tohmajärven Peijonniemenlahti (191,3 ha) on valtakunnalliseen lintuvesiensuojeluohjelmaan kuuluva Pohjois-Karjalan merkittävin lintuvesi (SPA FI0700009). Avoveden ja kasvillisuuden määrä on optimaalinen kosteikkolinuille ja runsaslukuinen vesilinnusto on lajirikasta. Alueella pesii yksi maakunnan suurimmista nauru- ja pikkulokkikolonioista.

Muuta pesimälajistoa ovat muun muassa kaulushaikara, ruskosuohaukka ja luhtahuitti. Kohteella on myös huomattava merkitys isojen lintujen, erityisesti laulujoutsenen ja metsähanhen, muutonaikaisena levähdysalueena. Lisäksi Peijonniemenlahti on uhanalaisen vesikasvin, hentonäkinruohon, esiintymisaluetta. Toinen Natura-alue, Hirvisuon soidensuojelualue, sijaitsee alueen länsiosassa. Valuma-alueen kunnostuksilla voitaisiin osaltaan turvata alueen tärkeää suojellista arvoa.

Tohmajärven valuma-alue on osa vuonna 2008 tehtyä Tohmajärven valuma-alueen ja Kiteen luoteisosan LUMO-yleissuunnitelmaa, jossa valuma-alueelle on ehdotettu monimuotoisuus- ja perinnebiotooppikohteiden ohella kosteikko- paikkoja 9 kpl ja suojavyöhykkeitä 6 kpl. (Kondelin & Varis 2008). Yhtä lukuunottamatta nämä ehdotukset sijaitsevat Tohmajärven taajaman läheisyydessä (kuva 9). Valuma-alueella aiemmin toteutettuja vesiensuojelutoimenpiteitä ei tässä työssä ole selvitetty.

LUMO-yleissuunnittelun tarkoituksena on tehostaa maatalousympäristön vesiensuojelua ja ympäristön luonnonhoitoa. Suunnitelmissa esitellään kohteita ja annetaan niille perustamis- ja hoito-ohjeita. Toimenpiteiden toteuttaminen on kuitenkin täysin vapaaehtoista. Viljelijöillä on mahdollista hakea EU:n ympäristötuen erityistukia kohteiden perustamiseen ja hoitoon. Yleissuunnitelmaa voidaan käyttää pohjana kohdekohtaisille suunnitelmille.





Kuva 9. Valuma-alueen suojellut alueet ja LUMO-yleissuunnitelman (2008) kohteet

### 5.3 Osavaluma-alueet ja ehdotetut vesiensuojelurakenteet

Aluksi on painotettava, että tässä luvussa ja karttaliitteissä esille tuodut toteutusmahdollisuudet ovat vain ehdotuksia. Varsinainen tarkempi suunnittelu on tehtävä maanomistajan kanssa yhteistyössä hänen ehdotuksiaan ja toiveitaan kuunnellen. Ajatus on, että tässä esitetyt näkemykset herättäisivät maanomistajissa kiinnostusta vesiensuojelua kohtaan.

Tohmajärven valuma-alueelta on pyritty etsimään maatalousvaltaisilta alueilta sijainteja, joissa täyttyvät tietyt rajaehdot. Valitut paikat ovat yleensä alavia painanteita, joihin vedet valuvat ympäröiviltä viljelymailta. Useimmiten paikka on jo ennen ollutkin luontainen kosteikko. Vain muutama rakenne on ehdotettu sijoitettavaksi ainakin osittain peltoalueelle, jolloin ilmakuvasta on selkeästi ollut havaittavissa kosteuden vaikutus ja alueen vaikea hyödyntäminen maataloudessa.

Vesiensuojelukeinona kosteikko toimii tehokkaimmin silloin, kun se voidaan sijoittaa lähelle peltoja eli paikkaa, jossa ravinnekuorma syntyy. Useita pieniä kosteikkoja peräkkäin on parempi ja tehokkaampi vaihtoehto kuin yksi iso kosteikko uoman loppupäässä, jossa virtaamat kasvavat huomattavan paljon suuremmiksi ja vaikeammin hallittaviksi. Ketjutetuissa ratkaisuissa myös riittävän pinta-alan löytäminen on paljon helpompaa.

Tärkeää paikkaa etsiessä on ottaa huomioon, että kosteikko ei saa aiheuttaa haittaa muulle maankäytölle kuten maa- ja metsätaloudelle.

Maanomistusrajat asettavat omat rajoitteensa kosteikoiden perustamiselle. Etukäteen ei voida tietää, olisivatko naapurit samaa mieltä mahdollisesta yhteishankkeesta. Näin ollen helpoimmaksi katsottiin, että kaikki valitut kohteet edustavat yksittäisellä kiinteistöllä sijaitsevia rakenteita. Kohteet esitetään peruskarttapohjalla, mutta kiinteistörajoja ei esitetä maanomistajien yksityisyyden suojaamiseksi. Vaihtoehtona olisi ollut maastotietokannan käyttö, mutta se osoittautui tässä tapauksessa liian raskaaksi ja hitaaksi käsitellä tietokoneella. Peruskartta osoittautui myös graafisesti selkeimmäksi esitystavaksi.



Kosteikon ja muiden vesiensuojelurakenteiden huollon kannalta on tärkeää, että ne ovat lähellä kulkuväylää, jota pitkin koneilla suoritettavat huoltotoimenpiteet onnistuvat helposti. Kohteita on etsitty niin, että ne täyttävät ETI-tuen ehdot. Pienin ehdotettu kosteikon valuma-alue on kooltaan 7,7ha ja suurin 394,7 ha.

Vesiensuojelukohdeet on seuraavassa jaoteltu 3. jakovaiheen mukaisiin valuma-alueisiin. Kaikkien osavaluma-alueiden ja kosteikkojen numeeriset perustiedot on koottu yhteen taulukkoon liitteessä 6 ja kohteiden kartat ehdotettuine rakenteineen on esitetty liitteissä 2 - 5.

### **5.3.1 Luosojoen valuma-alue (02.014)**

Luosojoen valuma-alue on pinta-alaltaan 8940 ha. Maatalousmaan osuus on 23,5 % ja metsätalouden 70,7 %. Rakennettuja alueita on 4,2 % ja vesialueita 1,4 %. Valuma-alueella on vain kolme pienehköä järveä tai lampea, näistä suurimpana Polvijärvi 36ha. Maaperästä huomattava osa koostuu turpeesta ja soistumista ja nämä alueet on myös tiheästi ojitettuja. Valuma-alueen turvevarat ovat suurimpia tuotantoon otettuja alueita Pohjois-Karjalassa ja valtakunnallisestikin. Tuotantotoiminta on alkanut 1970-luvun alussa ja tuotannosta jo poistuneita lohkoja on satoja hehtaareja. (Mononen ym. 2014) Turvetuotannon ja suuren ojitusintensiteetin vaikutukset ovat havaittavissa alueen valumavesien heikossa laadussa etenkin ylivirtaamien aikaan keväällä ja syksyllä.

Luosojoen suun havaintopaikan näytteenottojen (2007 - 2011) tyypillisten COD<sub>Mn</sub>-pitoisuuksien (20 - 30mg/O<sub>2</sub>/l) perusteella Luosojoen vesi on hyvin humuspitoista ja kiintoainepitoisuudet varsinkin ylivirtaamien aikaan suuria. Myös raudan pitoisuudet (3943ug/l) ovat suurehkoja. Fosfori- ja typpipitoisuudet eivät niinkään ole joen ongelma.

Valuma-alueen pohjois-osassa Valkeasuolla on harjoitettu pitkään turpeenottoa. Veden valumasuunta on toiminnassa muutettu, joten valuma-alerajausten tekeminen olisi ollut tältä alueelta todella hankalaa ilman tarkempia maastotutkimuksia. Aiemman turvetuotantoalueen vesien purkupisteessä on mm. purettu aiemmin käytössä olleen laskeutusaltaan patorakenne. Alueen turvetuotannos-

sa olleita lohkoja on sittemmin otettu peltoviljelykäyttöön. Mahdollisuuksia vesiensuojelurakenteille on alueella, mutta tarkastelu tulisi tehdä itse kohteessa.

Pohjoiseen Jylmä-Kytöja-alueelle on tässä työssä ehdotettu 4 osavaluma-alueelle 3 kosteikkoa, 7 laskeutusallasta sekä uomanrakennuskohteita. Valuma-alueen eteläosassa kirkonkylän läheisyyteen on ehdotettu 3 kosteikkoa ja uomanrakennusta. Kohteiden valuma-alue koostuu suurelta osin jyrkkärinteisestä maastosta. Kaikki ehdotukset on esitetty karttapohjalla liitteessä 1.

### **5.3.2 Perttisenjoen valuma-alue (02.015)**

Joen valuma-alue on pinta-alaltaan 5 460ha. Maatalouden osuus on 27,8 %, metsätalouden 68,8 % ja rakennettujen alueiden 2,5 %. Vesialueita on 0,8 %, joista suurimpina Kolmisoppinen 20 ha, Pitkäjärvi 18,6 ha ja Höksönlampi 18,2 ha. Myös Perttisenjoen valuma-alueen alaosa on melko tiheään metsätalouden toimesta ojitettua.

Perttisenjoen vesinäytteenottojen perusteella (2007–2011) CODMn-pitoisuudet ovat tyypillisesti tasolla 30–40 mg/O<sub>2</sub>/l, jota voidaan pitää hyvin korkeana. Raudan keskimääräiset pitoisuudet ovat selkeästi pienemmät kuin esimerkiksi Luosojoen kohdalla.

Valuma-alueelta löytyi 18 osavaluma-alueella 20 kosteikon paikkaa sekä näihin liittyviä uoman rakennusmahdollisuuksia 10 osavaluma-alueella. Ehdotukset on esitetty kartalla liitteessä 2.

### **5.3.3 Lahdenjoen valuma-alue (02.016)**

Lahdenjoen valuma-alueen koko on 2 200 ha. Maataloutta alueesta on 18,6 %, metsätaloutta 54,4 % ja rakennettuja alueita 10,4 %. Vesialueita on 0,9 %, suurimpana Marjolampi 3,8 ha. Myös Aseman tiilitehtaan savimonttujen vesialtaat muodostavat noin 12 ha vesipinta-alaa.

Kirkonkylän jätevesilaitoksen seurantatuloksien (VAHTI) mukaan puhdistetun veden mukana jäi Lahdenjokeen fosforia 74,6 kg ja typpeä 9306kg vuonna 2014. Laitoksen lännestä laskemat vedet näkyvät selvästi Lahdenjoen vesinäytteenottojen tuloksissa. Lahdenjoen vesi on erittäin humuspitoista ja väriltään ruskeaa. Huonosta vedenlaadusta kertovat myös näytteenotot 2010-luvulla (taulukko 5).

Taulukko 5. Lahdenjoen vedenlaadun mittausten vaihteluvälit 2010-luvulla, havaintopaikka Lahdenjoki 10. (Hertta-tietojärjestelmä 2015)

Happi	1,9...8,9 mg/l
Väriluku	150...450 mg/l Pt
Kokonaisfosfori	100...250 ug/l
Fosfaattifosfori	29...100 ug/l
Kokonaistyppeä	2900...6100ug/l
Ammoniumtyppeä	1500...5500 ug/l

Valuma-alueelta on löydetty 5 potentiaalista kosteikon paikkaa ja uomanrakennusmahdollisuuksia kahdella osa-valuma-alueella. Kaksi osavaluma-aluetta on Tohmajärveen taajaman läheisyydessä ja kolme Peijonniemen koillispuolella. Ehdotukset on esitetty kartoilla liitteessä 3.

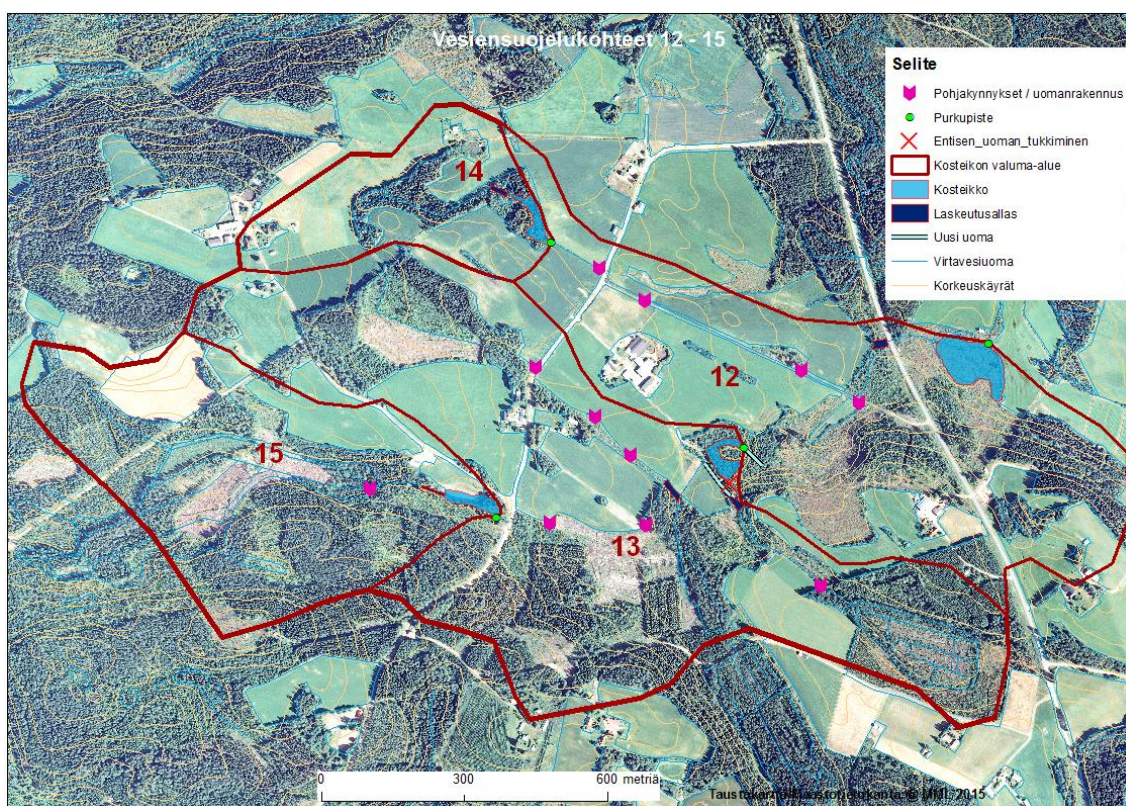
#### 5.3.4 Tohmajärven lähivaluma-alue (02.013)

Lähivaluma-alueen pinta-ala on itse järviallas poislukien 3368 ha. Valuma-alueelta löytyi 20 kosteikon paikkaa sekä uomanrakennuksen mahdollisuuksia eroosioherkillä alueilla varsinkin länsiosassa järvenlaskuissa paljastuneille alueille. Näistä Solikanpuron yläpäästä löytyi yksi kosteikon paikka. Hiiden-suonojan valuma-alueelta löytyi 7 kosteikon paikkaa sekä paljon savista ja eroosioherkkää maaperää sisältävästä alaosaasta runsaasti uomanrakennusmahdollisuuksia. Järviältä pohjoispuolelta löytyi 6 osavaluma-aluetta, joille on ehdotettu 6 kosteikkoa ja uomanrakennusta 4 kohteelle. Peijonniemen lahden itäpuolelle on ehdotettu 2 kosteikkoa ja Peijonniemen alueelle 3 kosteikkoa, 2 laskeutusallasta ja uomanrakennusta. Kaikki ehdotukset on esitetty liitteessä 4.

### 5.3.5 Esimerkkikohteet Perttisenjoen valuma-alueelta

Kohteiden suunnittelun havainnollistamiseksi on tähän otettu kaksi yksinkertaistettua esimerkkikohdetta ilmakuvina (kuvat 10 ja 11), jotka sijaitsevat Perttisenjoen valuma-alueella.

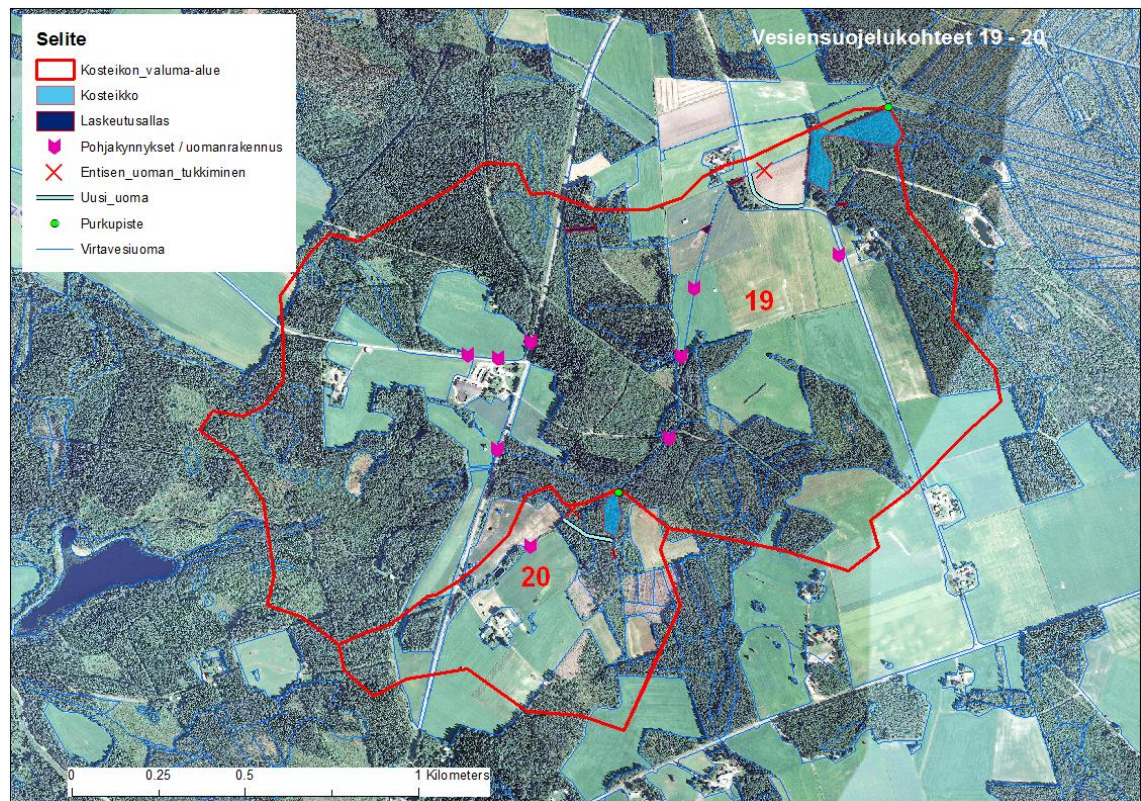
Ensimmäisessä kohteessa on ketjutettuna 4 kosteikkoa (kohteet 12-15), joiden vedet poistuvat itäisen suurimman kosteikon purkupisteen kautta alapuoliseen puroon. Kohteen osavaluma-alueet ovat suurelta osin itäänpäin viettävää suhteellisen jyrkkää rinnettä, jossa on uomaaerosio-aineiston mukaan mahdollisesti eroosiota. Tämän vuoksi kohteeseen on ehdotettu myös uomanrakennusta, joka voidaan tukea hakiessa vähimmäispinta-aloja laskettaessa katsoa osaksi kosteikkoa. Eroosiontorjuntaa voitaisiin toteuttaa ojan uomasyvyyden salliessa esimerkiksi pohjakynnysketjutuksella. Täyttä varmuutta eroosiosta ei kuitenkaan ole, vaan kohteella tulee käydä tekemässä havaintoja tilanteen varmistamiseksi.



Kuva 10. Ensimmäinen esimerkkikohde ilmakuvana. (Ilmakuva, korkeus ja uomat: @ Maanmittauslaitos 2015)



Toisessa kohteessa on ketjutettu kaksi kosteikkoa. Osavaluma-alue 19 itäisen osan peltoalueet ovat maaperä- ja eroosioriskiaineistojen mukaan hienojakoista ja siten eroosiolle altista. Tämän vuoksi alueelle on ehdotettu eroosiosuojausta, johon voisi toimenpiteenä soveltua esimerkiksi pohjakynnysten rakentaminen. Koillisosan suuremman kosteikon purkupisteestä puhdistuneet vedet jatkaisivat alapuoliseen puroon.



Kuva 11. Toinen esimerkkikohde ilmakuvana. (Ilmakuva, korkeus ja uomat: @ Maanmittauslaitos 2015)

## 6 Pohdinta

Opinnäytetyön aihe oli kiinnostava koko prosessin ajan. Koska kyseessä on alue, jolle ollaan toteuttamassa vesiensuojelutoimia tulevina vuosina, oli motivaatio työskentelyyn hyvällä tasolla. Aikaa vei osaltaan myös työkaluna toimineen paikkatieto-ohjelmiston samanaikainen omatoiminen jatko-opiskelu, mutta siitä on aivan varmasti hyötyä myös tulevaisuuden työtehtävissä monella ympäristötekniikan alalla. Käsitys paikkatiedon mahdollisuuksista ja merkityksestä on entisestään selkeytynyt työn aikana.

Koska mahdollisuuksia kohteiden ominaisuuksien tarkasteluun maastossa ei rajallisen ajan vuoksi ollut mahdollisuuksia, on tarkastelussa tietysti omat rajoitteensa rakenteiden toteutusmahdollisuuksien suhteen. Myös käytetyt aineistot saattavat olla muutaman vuoden takaisia ja todellinen tilanne kohdealueella on voinut muuttua paljonkin erilaisten toimenpiteiden seurauksena. Metsäkeskukseen eroosioriskiaineisto esittää hyvin yleistäen eroosiolle alttiita uomia. Aineisto ei ota huomioon esimerkiksi uoman luonnontilaisuutta tai kasvittuneisuutta. Lisäksi maaperäaineisto on joiltain osin puutteellista, joten täydellistä kuvaa valuma-alueen tilanteesta ei voi saada pelkästään aineistoihin tukeutuen. Koska suunnittelijan työ on aikaa vievää ja kartoitettava alue laaja, ne ovat kuitenkin hyvänä apuna maastokäyntejä alueelle kohdennettaessa.

Valuma-alueiden pinta-alojen määrittämisen tarkkuudessa voi olla vähäisiä virheitä, mutta ne eivät oleellisesti vaikuta laskettuihin pinta-alasuhteisiin ja osuuksiin maankäytössä. Tarkempi osavaluma-alueiden määrittäminen olisi mahdollista käyttämällä hyväksi Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistoa. Tämä aineisto kuitenkin puuttuu ainakin toistaiseksi Tohmajärven valuma-alueelta.

Ehdotettujen rakenteiden vaikutusta ravinnepoistumiin olisi voitu arvioida selvittämällä tarkemmin yläpuolisten osavaluma-alueiden maankäyttöä kuten tehtyjä metsätalouden toimenpiteitä sekä maanviljelyn viljelypinta-aloja ja käytäntöjä. Näin olisi voitu hyödyntää ominaiskuormitusarvoja.

Tämän työn tarkoituksena oli tuottaa OTSO Metsäpalveluille yleiskuva ETI-tuella toteutettavien hankkeiden mahdollisuuksista Tohmajärven valuma-alueella. Suunnittelu oli hyvin yleisluontoista ja valmisaineistoihin perustuvaa ja tarkemmin todelliset mahdollisuudet selviävät maastokäynneillä. Työssä on luultavasti myös jäänyt huomaamatta joitakin hyviä vesiensuojelurakenteiden toteutussijainteja, mutta tarkastelun mielekkyyden vuoksi sijaintien hakeminen on kuitenkin jossain vaiheessa lopetettu ja keskitytty vain siihen mennessä löydettyihin kohteisiin. Täytyy myös todeta, että monia hyviä kohteita olisi löytynyt usean kiinteistörajauksen alueella, mutta tässä työssä keskityttiin yksittäisten kiinteistörajauksien sisäisiin ehdotuksiin. Lisäkohteita olisi löytynyt huomattavasti enemmän, jos kiinteistöjen omistussuhteita olisi selvitetty. Koska valuma-alueella ollaan toteuttamassa lähivuosina suurta vesiensuojeluhanketta, on tietoisuus mahdollisuuksista lisääntynyt aiheen julkisuuden ansiosta myös maanomistajien keskuudessa. Tahtotilan yhteiseen päämäärään pääsemiseksi voidaan todeta olevan hyvällä tasolla. Näin ollen tiedetään, että myös kiinteistöjen omistussuhteet ylittävillä rakenteilla on hyviä mahdollisuuksia toteutua.

Asianomaiset maanomistajat tuntevat parhaiten paikalliset olot, ja heillä voi olla ehdottaa vieläkin parempia paikkoja rakenteille. Maanomistajia ajatellen työn hyöty on siinä, että se auttaa huomaamaan mahdollisuuksia myös omilla mailla ja tuo ei-tuotannollisen investointikorvauksen mahdollisuuksia heidän tietoonsa.

Tehdyllä työllä tulee olemaan osansa kun suunnitellaan vesiensuojelutoimenpiteitä laajemminkin valuma-alueella. Maatalouden ei-tuotannollinen investointikorvaus on osaltaan tukemassa muulla rahoituksella tehtävää suunnittelua ja toimenpiteitä, jolloin voidaan päästä tehokkaampiin vesiensuojeluratkaisuihin. Työn kaltaista selvitystä voitaisiin hyödyntää myös muualla, kun selvitetään alustavasti mahdollisuuksia vesiensuojeluun tietyllä maantieteellisellä alueella ja muillakin rahoitusvaihtoehdoilla.

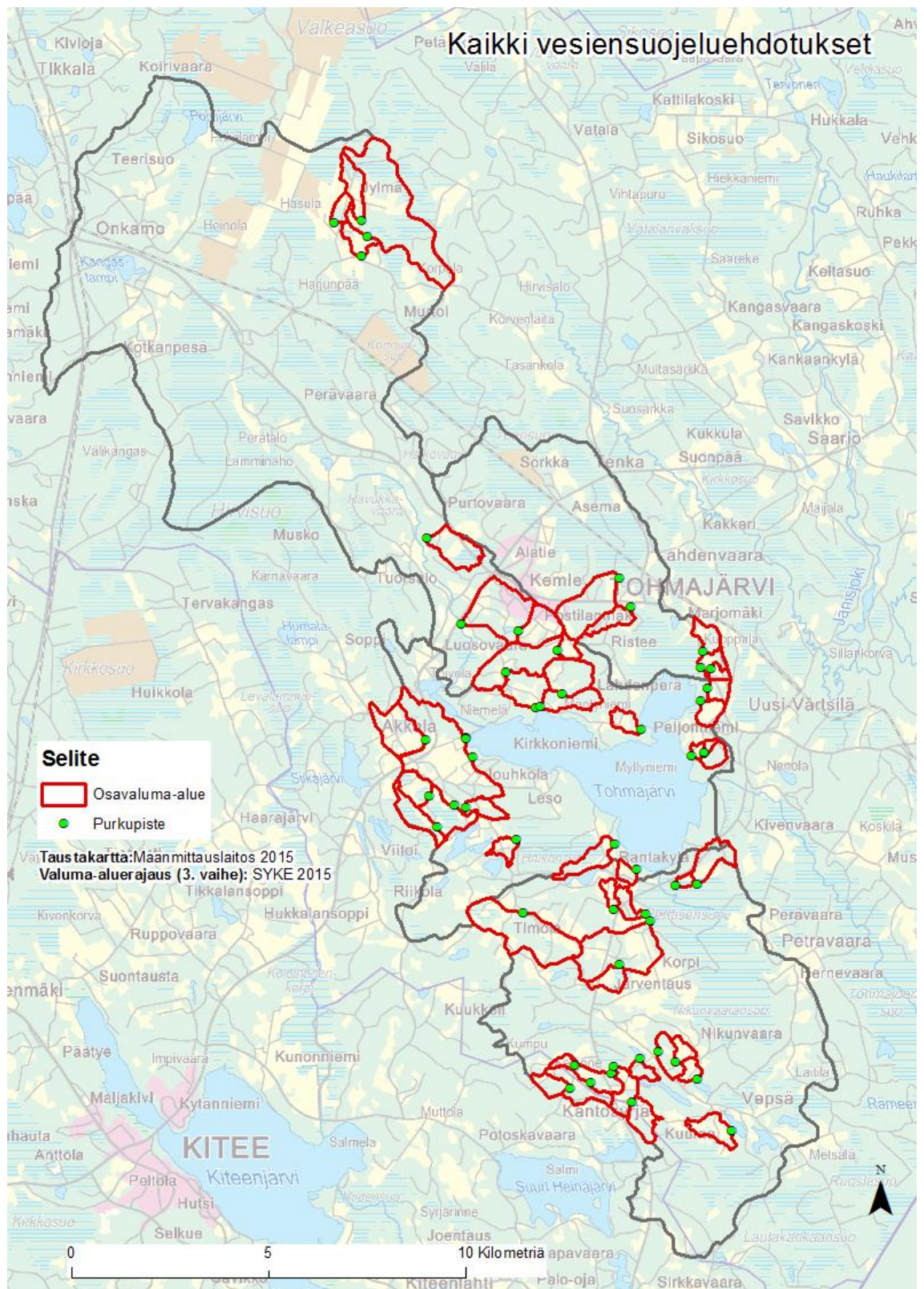
## Lähteet

- Airas-Luotonen, P. 2004. Kotikuusten kunnalla. Tohmajärven kulttuuriympäristöohjelma. Helsinki: Gummerus.
- Arovainio, N. 2010. Tohmajärven laskevan Perttisenjoen valuma-alueen teknisten vesiensuojelurakenteiden toimivuuden arviointi. Opinnäytetyö. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.
- Hirvonen, J. 2009. Tohmajärven valuma-alueen vesiensuojelutekniset rakenteet ja niiden hyöty. Opinnäytetyö. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.
- Kondelin, H., Varis, J. 2008. Maatalousalueiden luonnon monimuotoisuuden ja kosteikkojen yleissuunnitelma. Tohmajärven valuma-alue ja Kiteen luoteisosa. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 1/2008.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2002. Maatalouden ympäristön erityiset. Kosteikot ja laskeutusaltaat. Esite. 11 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2005. Kosteikot ja laskeutusaltaat.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2007. Suojavyöhykkeen perustaminen ja hoito. [http://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/suojavyohykkeen\\_perustaminen\\_ja\\_hoito.pdf](http://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/suojavyohykkeen_perustaminen_ja_hoito.pdf). 20.11.2015.
- Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitto. 2015. [https://www.mtk.fi/ymparisto/Vesiasiat/fi\\_FI/maatalouden\\_vesiensuojelu/](https://www.mtk.fi/ymparisto/Vesiasiat/fi_FI/maatalouden_vesiensuojelu/). 18.11.2015.
- Maanmittauslaitos. 2015a. <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/kartoitus/paikkatiedot>. 5.10.2015.
- Maanmittauslaitos. 2015b. <http://www.paikkatietohakemisto.fi/catalogue/ui/metadata.html?uuid=c6e94f34-4925-4fa6-bac9-6b25f4e7cebf&lang=fi>. 5.10.2015.
- Maaseutuvirasto. 2015. Hakuopas 2015. <http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Sivut/Hakuopas.aspx>. 16.11.2015.
- Maatalouden vesiensuojelu. 2009. MTK. [https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwiXqYbQzKjJAhWE83IKHQoWDOgQFggzMAM&url=https%3A%2F%2Fwww.mtk.fi%2Fliitot%2Fvarsinaissuomi%2Ffi\\_FI%2Fteho%2F\\_files%2F82553428839172024%2Fdefault%2Fmasu\\_raportti.pdf&usq=AFQjCNHp-nKo95NiSy2kc9wcqxxMK6DN7w&cad=rja](https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwiXqYbQzKjJAhWE83IKHQoWDOgQFggzMAM&url=https%3A%2F%2Fwww.mtk.fi%2Fliitot%2Fvarsinaissuomi%2Ffi_FI%2Fteho%2F_files%2F82553428839172024%2Fdefault%2Fmasu_raportti.pdf&usq=AFQjCNHp-nKo95NiSy2kc9wcqxxMK6DN7w&cad=rja). 24.11.2015.
- Metsäkeskus. 2012. Tohmajärven valuma-alueen kunnostuksen toteutushanke 2012 loppuraportti.
- Metsäkeskus. 2015. <http://www.metsakeskus.fi/vesiensuojelun-virtausmallikartat#.VhS8WStvCsE>. 20.11.2015.
- Metsäläki 1085/2013.
- Mononen, P., Käki, T., Ranta, P. 2014. Pohjois-Karjalan vesienhoidon toimintapideohjelma-luonnos. Pohjois-Karjalan ELY-keskus.

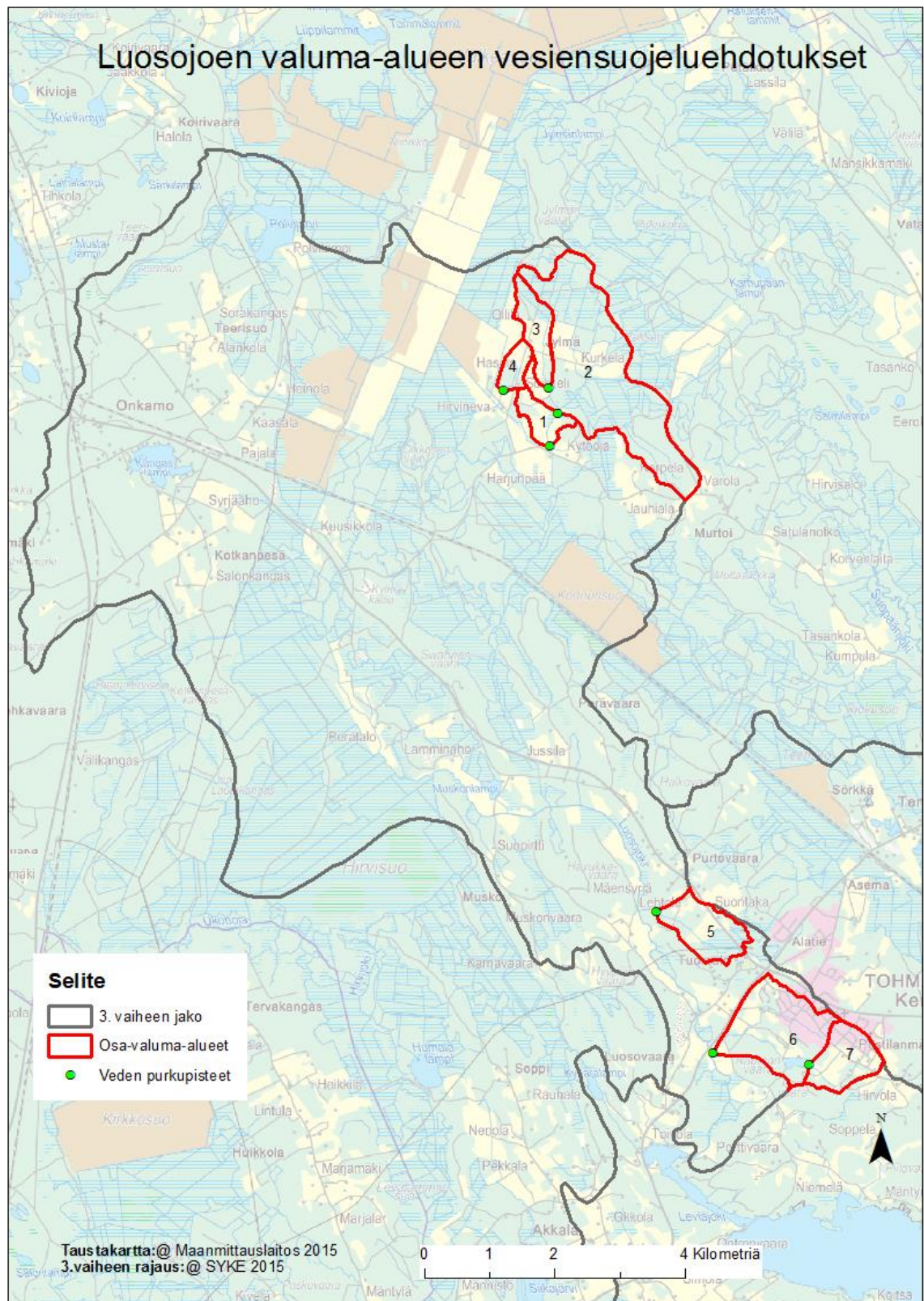


- Mömmö, M & Haatainen, T. 2009. Opas monivaikutteisen kosteikon perustajalle Pohjois-Savo. <https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjhuvW2oanJAhXjg3IKHWC3CvYQFggnMAE&url=https://www.pohjois-karjala.fi/portal/monivaikutteisen-kosteikon-perustaminen-ja-hoito-1780>
- Oravainen, R. 1999. Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi havaintoesimerkein varustettuna. Kokemaänvesistön vesiensuojeluyhdistys. [www.kvvy.fi/opasvihkonen.pdf](http://www.kvvy.fi/opasvihkonen.pdf). 18.11.2015.
- OTSO Metsäpalvelut. 2015. <http://www.otso.fi/Metsäpalvelut.aspx>. 29.9.2015.
- Patoturvallisuuslaki 494/2009.
- Puustinen, M., Koskiahio, J., Gran, V., Jormola, J., Maijala, T., Mikkola-Roos, M., Puumala, M., Riihimäki, J., Rätty, M & Sammalkorpi, I. 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot. Suomen ympäristökeskus 499/2001.
- Puustinen, M., Koskiahio, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M. & Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristö 21/2007.
- Persson, J. 2000. The hydraulic performance of ponds of various layouts. Epsilon Open Archive. <http://epsilon.slu.se>. 3.11.2015.
- Pro Agria Pohjois-Karjala. 2015. Monivaikutteisen kosteikon perustaminen ja hoito. <https://pohjois-karjala.proagria.fi/sisalto/monivaikutteisen-kosteikon-perustaminen-ja-hoito-1780>. 30.9.2015.
- Sito. 2015. <http://www.sito.fi/tyot/vaaranlahden-kunnostus/>. 5.10.2015
- Suomen ympäristökeskus. 2015a. <http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid={343C40A6-D0ED-4B6A-BA77-2724A48A3BD3}>. 5.10.2015.
- Suomen ympäristökeskus. 2015b. [http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Tutkimus\\_ja\\_kehittamishankkeet/Hankkeet/Maankayto\\_ja\\_maanpeiteaineistojen\\_tuottaminen\\_CORINE\\_Land\\_Cover\\_2012\\_hankkeessa](http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Maankayto_ja_maanpeiteaineistojen_tuottaminen_CORINE_Land_Cover_2012_hankkeessa). 15.4.2015.
- Suomen ympäristökeskus. 2015c. <http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid={9BBA8D56-3FD3-431B-BFC3-7C2EFF5CAC8E}>. 5.10.2015.
- Suomen ympäristökeskus. 2014d. <http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid={2627E9FE-B657-48E1-A98D-000D4CD5CA38}>. 5.10.2015.
- Tohmajärven kunta. Kunnanvaltuuston päätös 117/32.323/2015. <https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwi30dj30q3JAhXMhSwKH9u9uGqIQFggoMAE&url=https://www.pohjois-karjala.net/portal/monivaikutteisen-kosteikon-perustaminen-ja-hoito-1780>

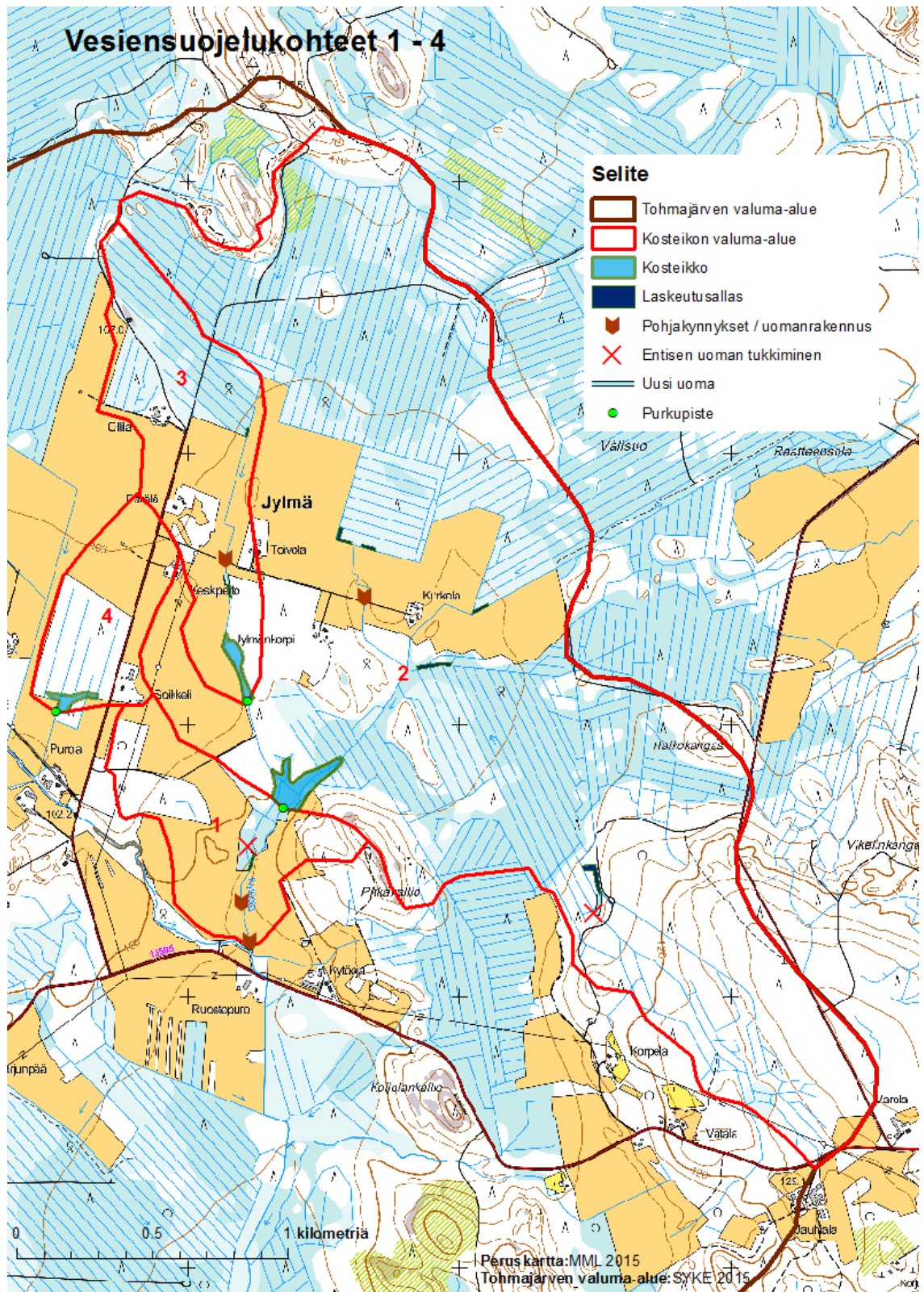
- Tossavainen, T. 2014. Opintojakso BIY2021 Limnologia. Luentorunko. Karelia ammattikorkeakoulu.
- Valtioneuvoston asetus ei-tuotannollisten investointien tuesta vuosina 2008 - 2013 185/2008.
- Valtioneuvoston asetus ei-tuotannollisia investointeja koskevasta korvauksesta 238/2015.
- Vesilaki 587/2011.
- Ympäristöhallinto. 2015a. [http://www.ymparisto.fi/fi-fi/kartat\\_ja\\_tilastot/Vesistojen\\_ravinnekuormitus\\_ja\\_luonnon\\_huuhto\\_uma](http://www.ymparisto.fi/fi-fi/kartat_ja_tilastot/Vesistojen_ravinnekuormitus_ja_luonnon_huuhto_uma). 30.10.2015.
- Ympäristöhallinto. 2015b. <http://www.ymparisto.fi/fi-fi/FI/vesi/vesiensuojelu/maatalous>. 30.10.2015.

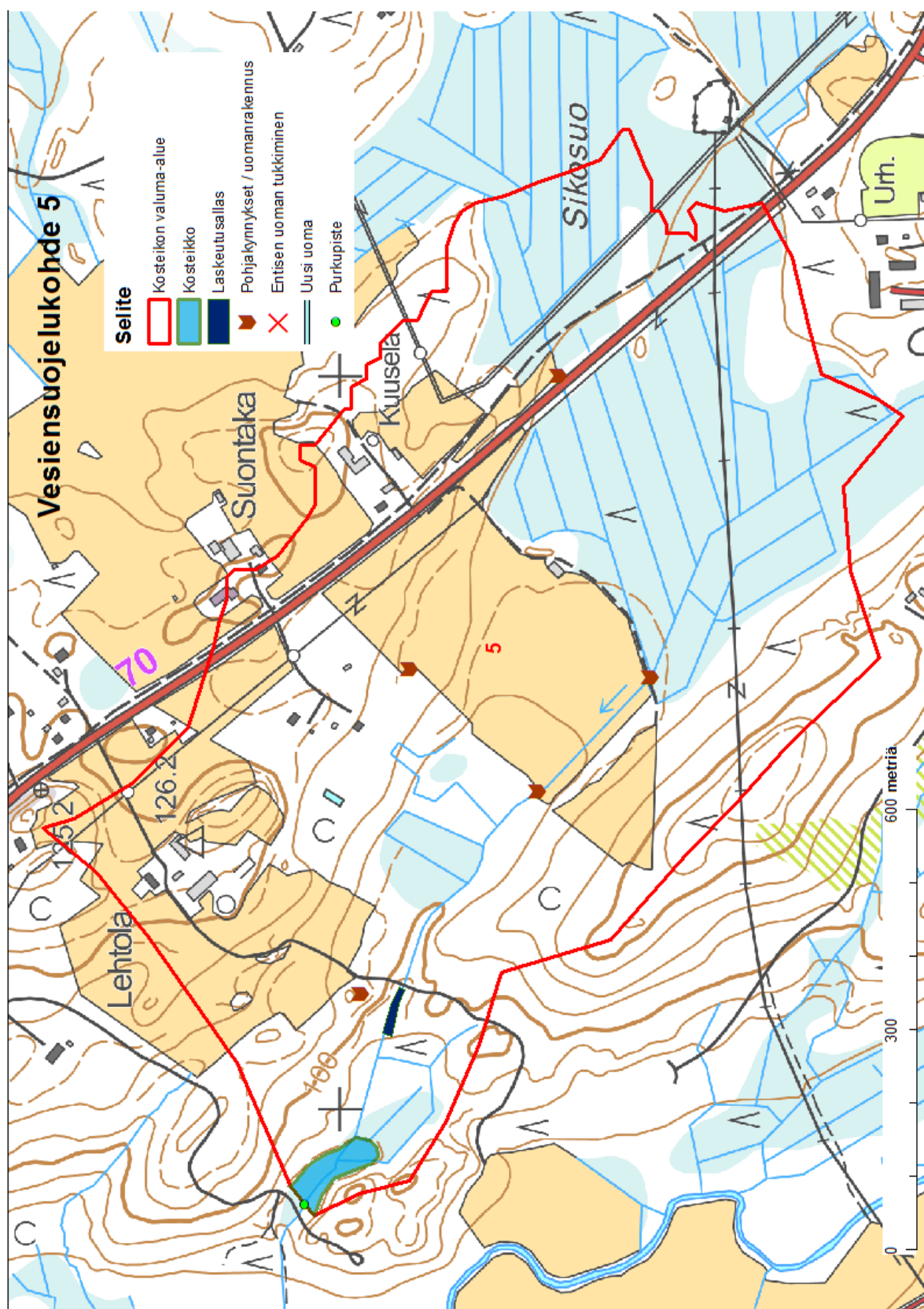




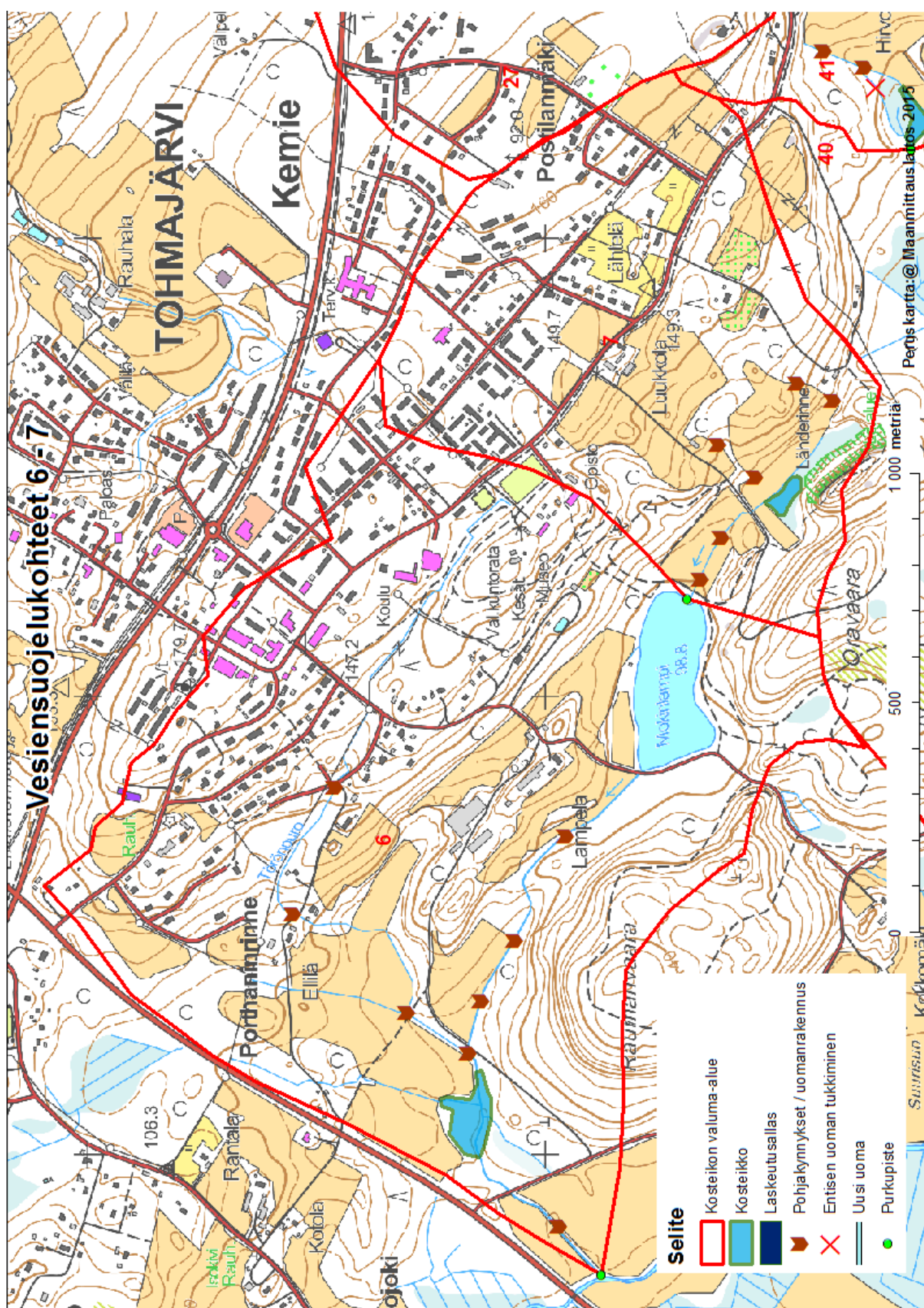




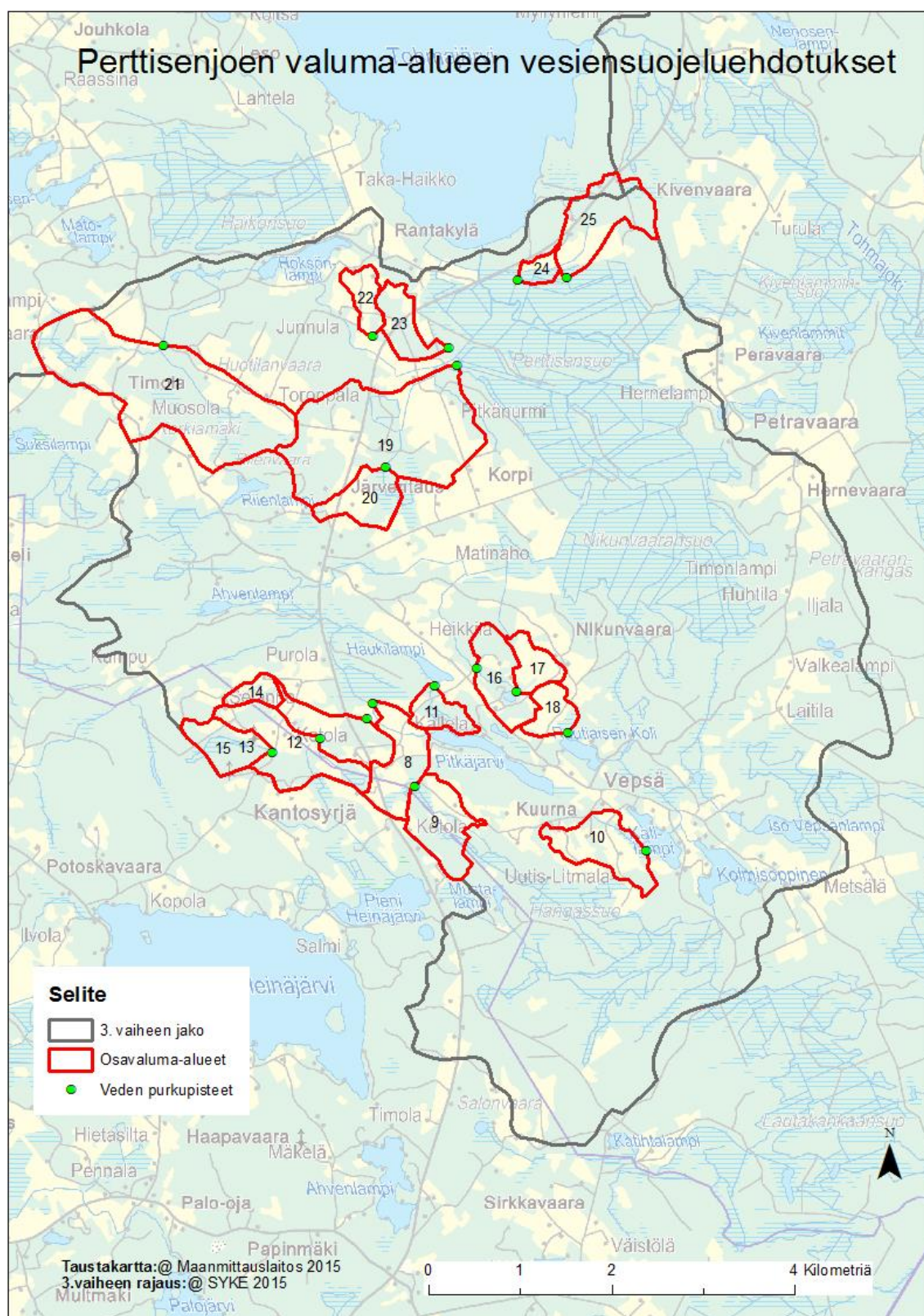




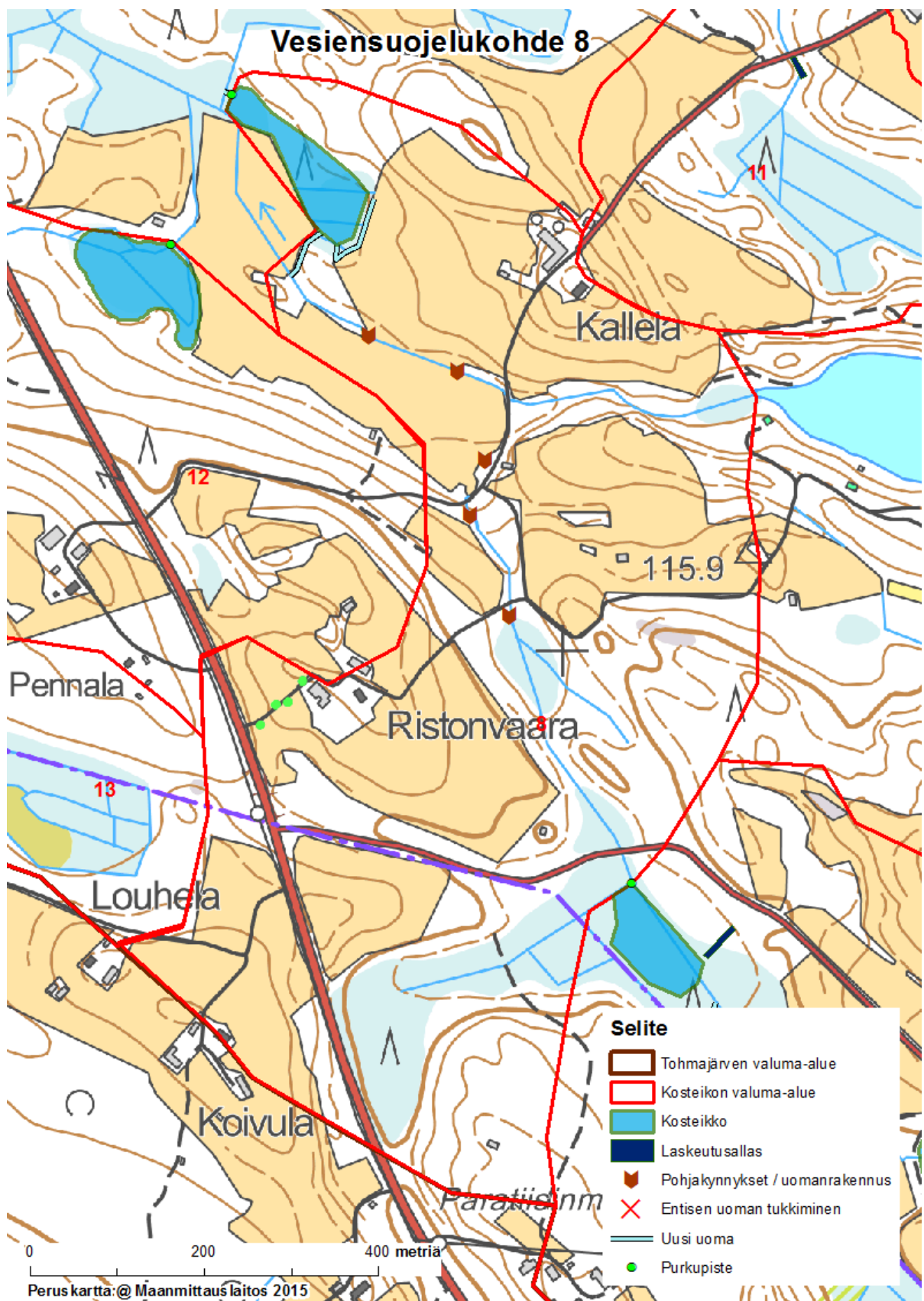


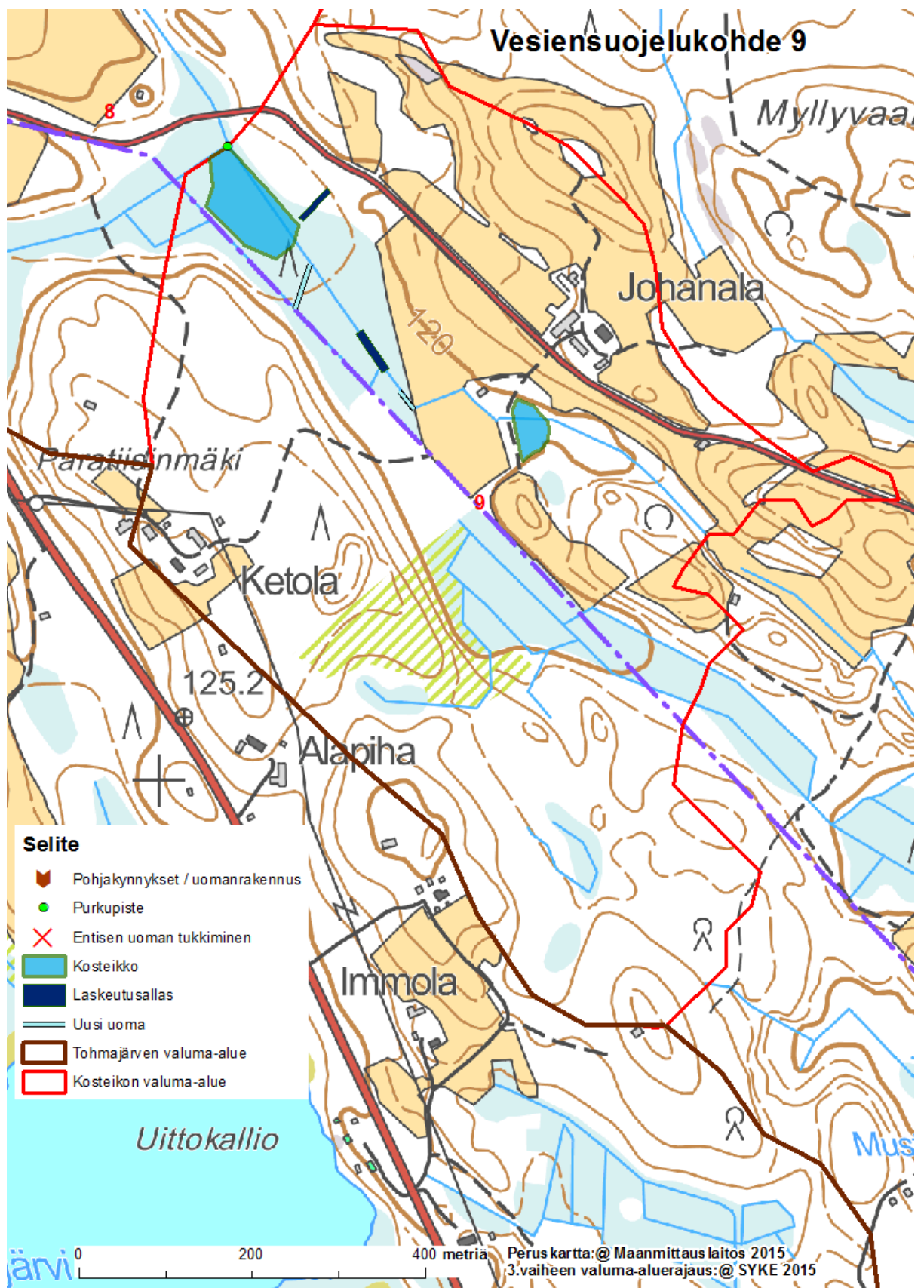




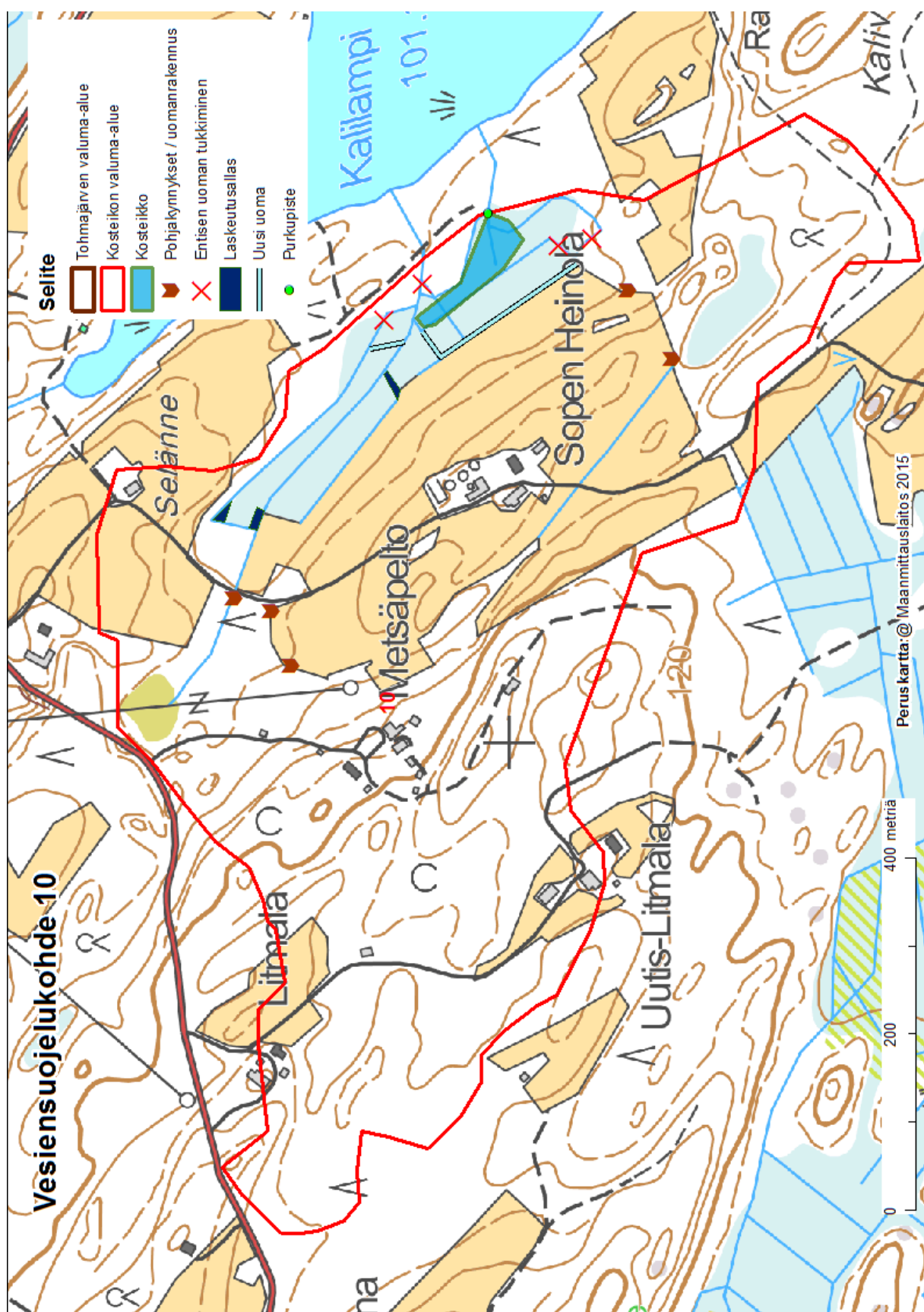


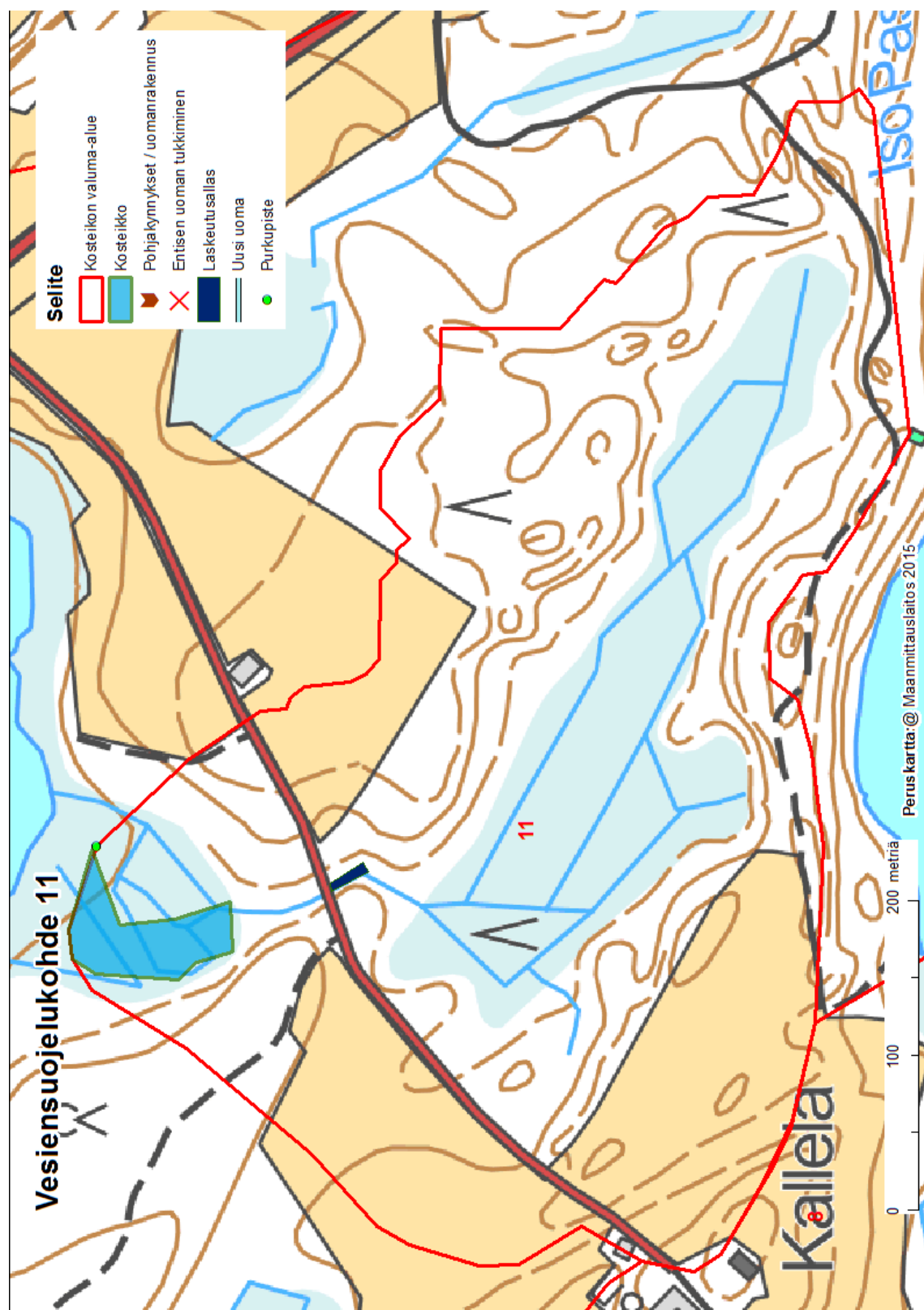


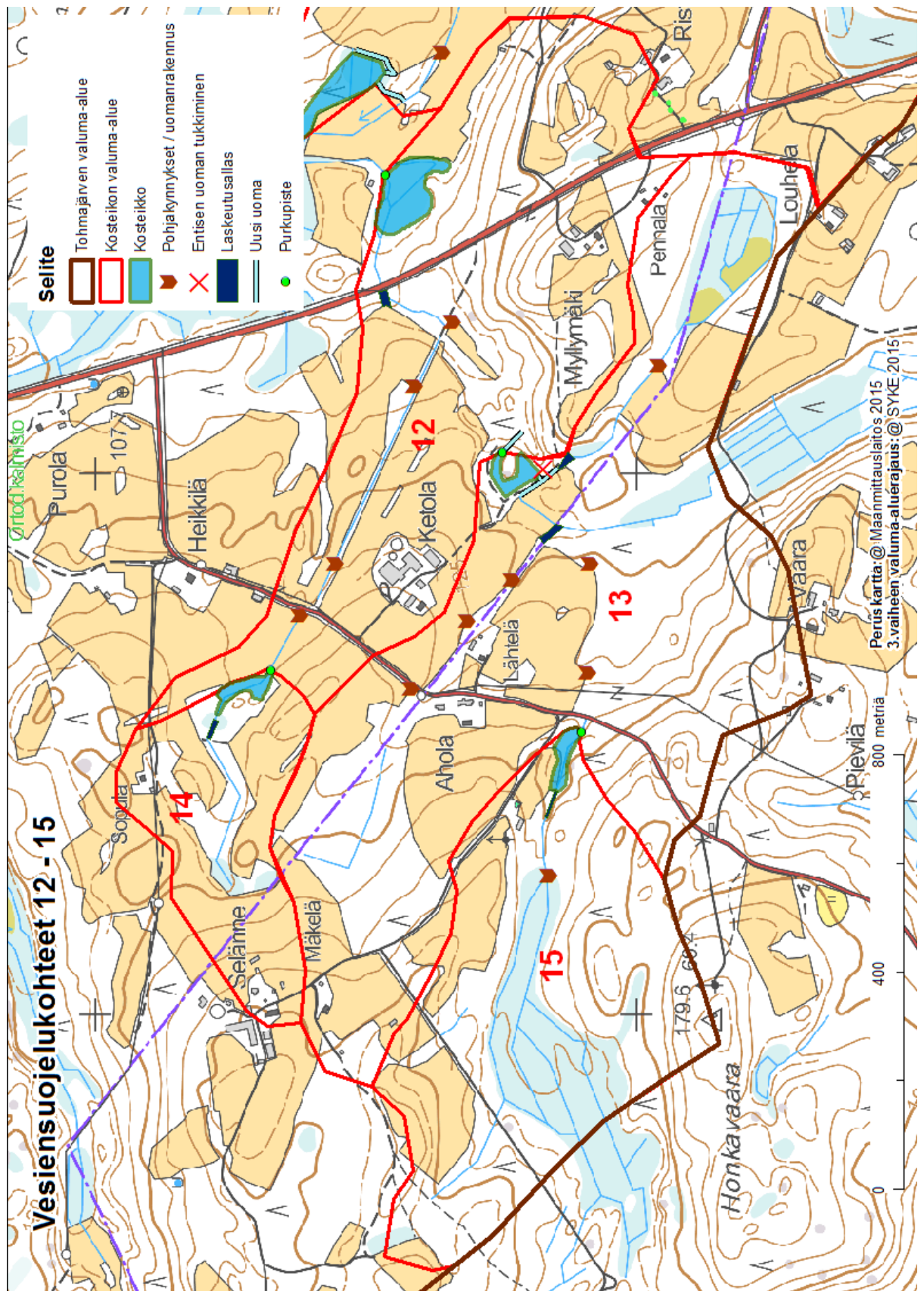




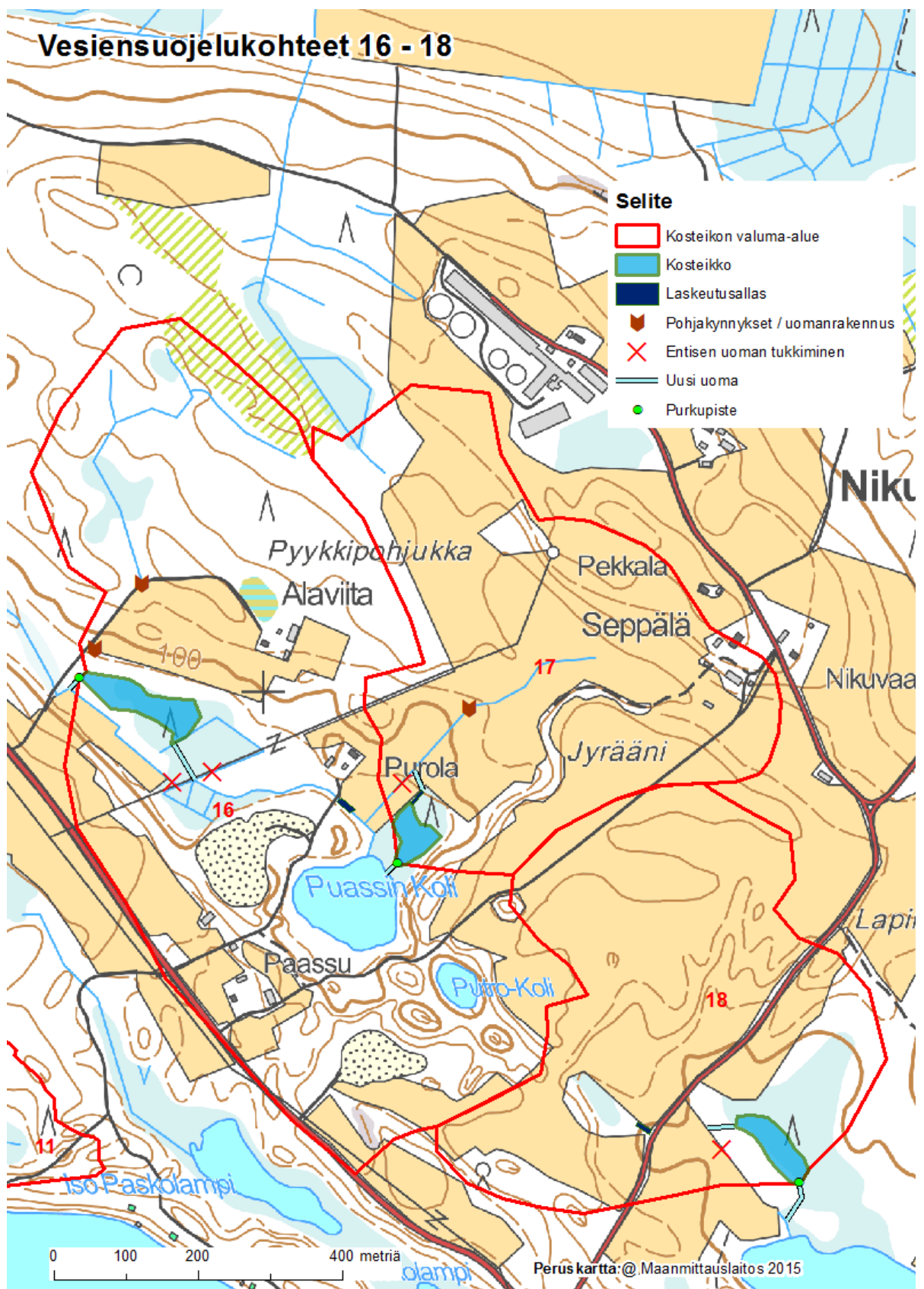


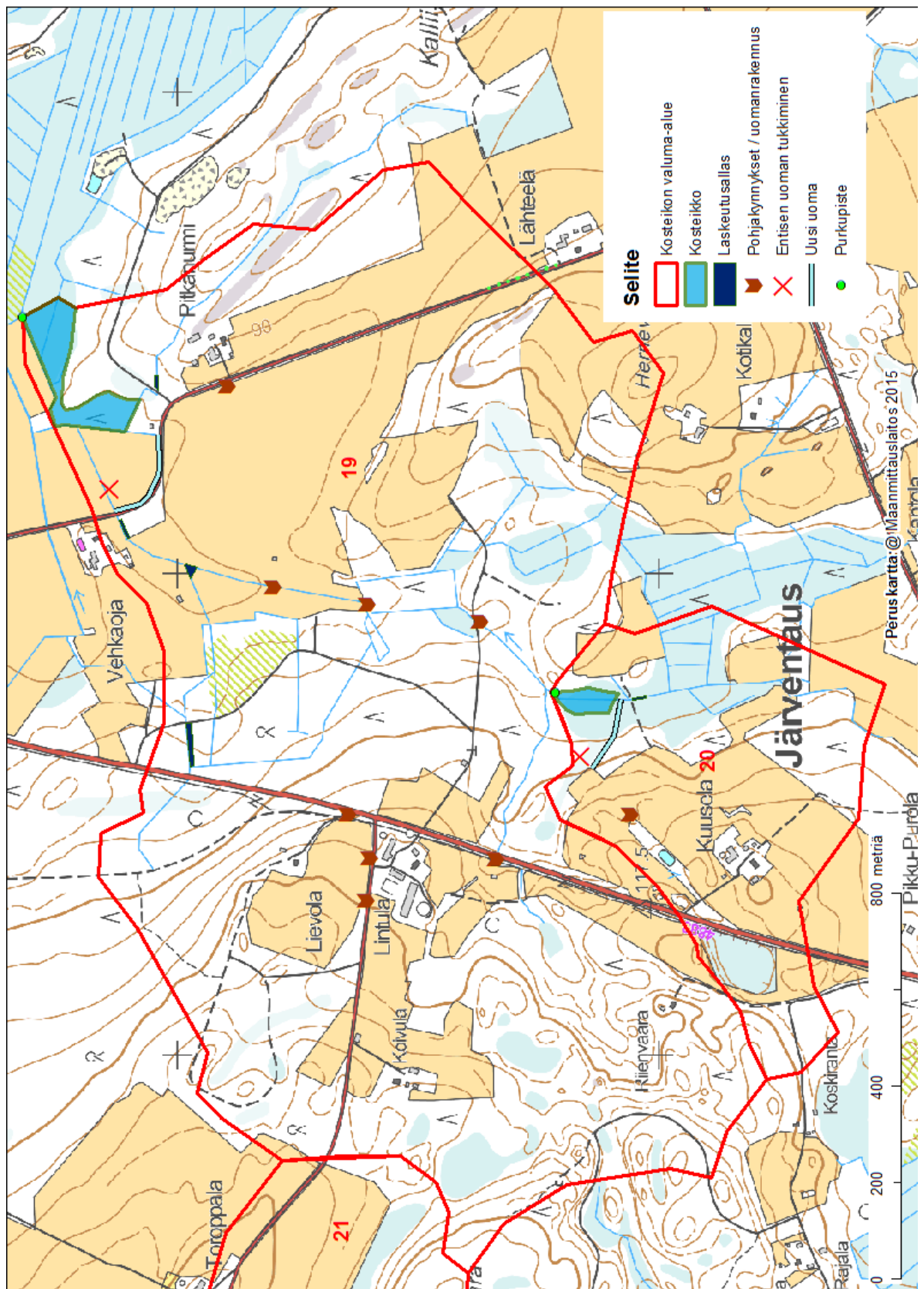




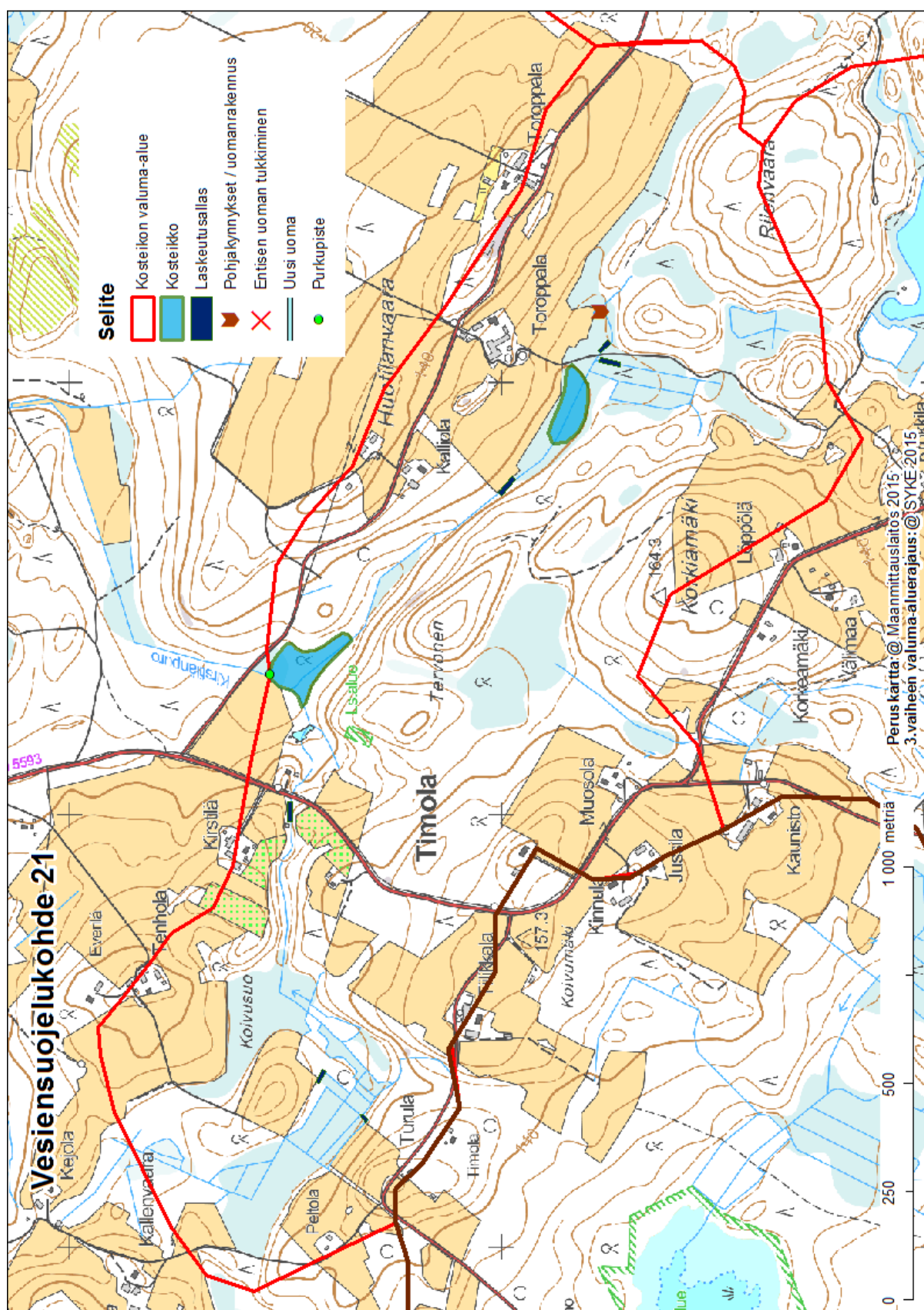




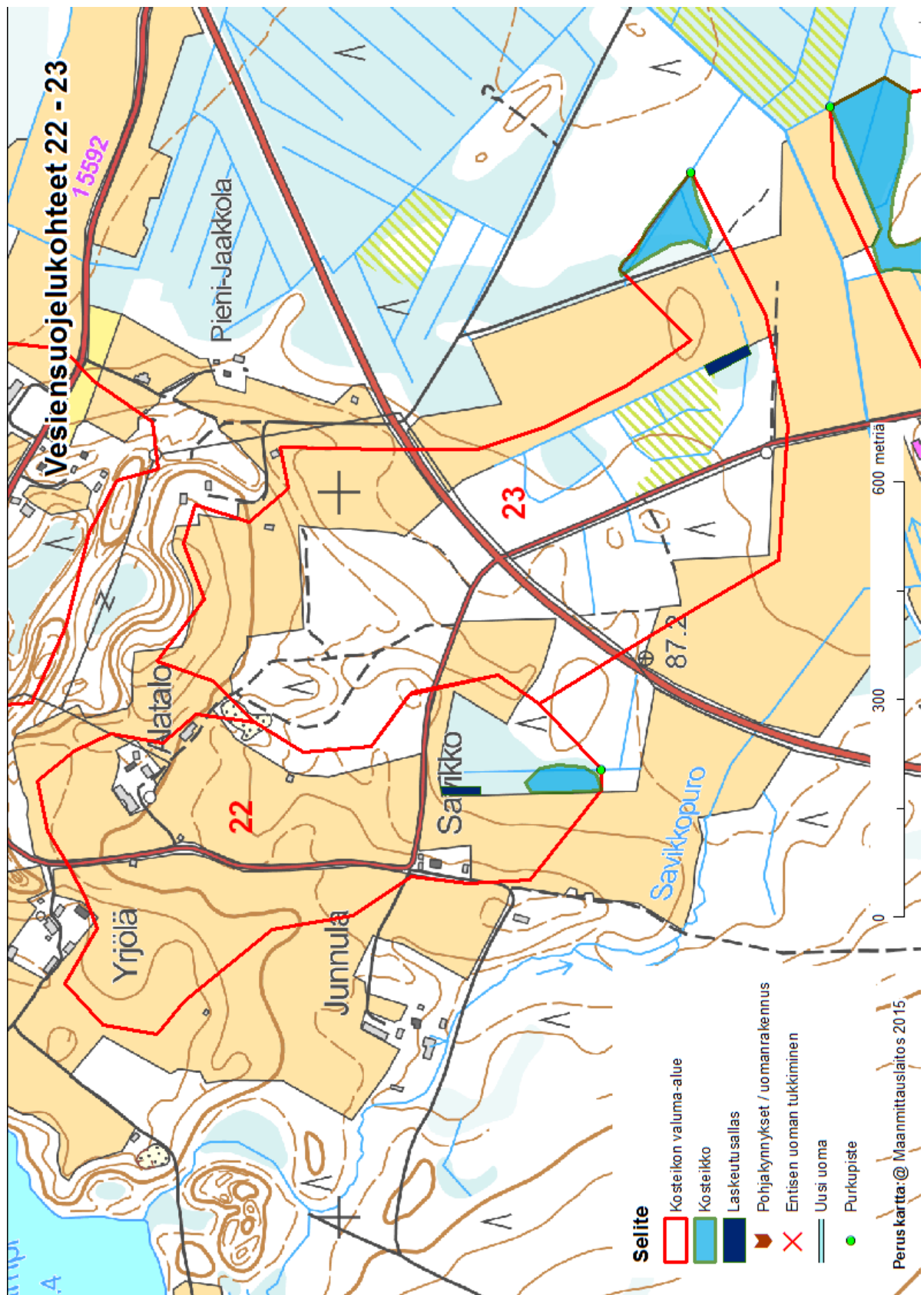


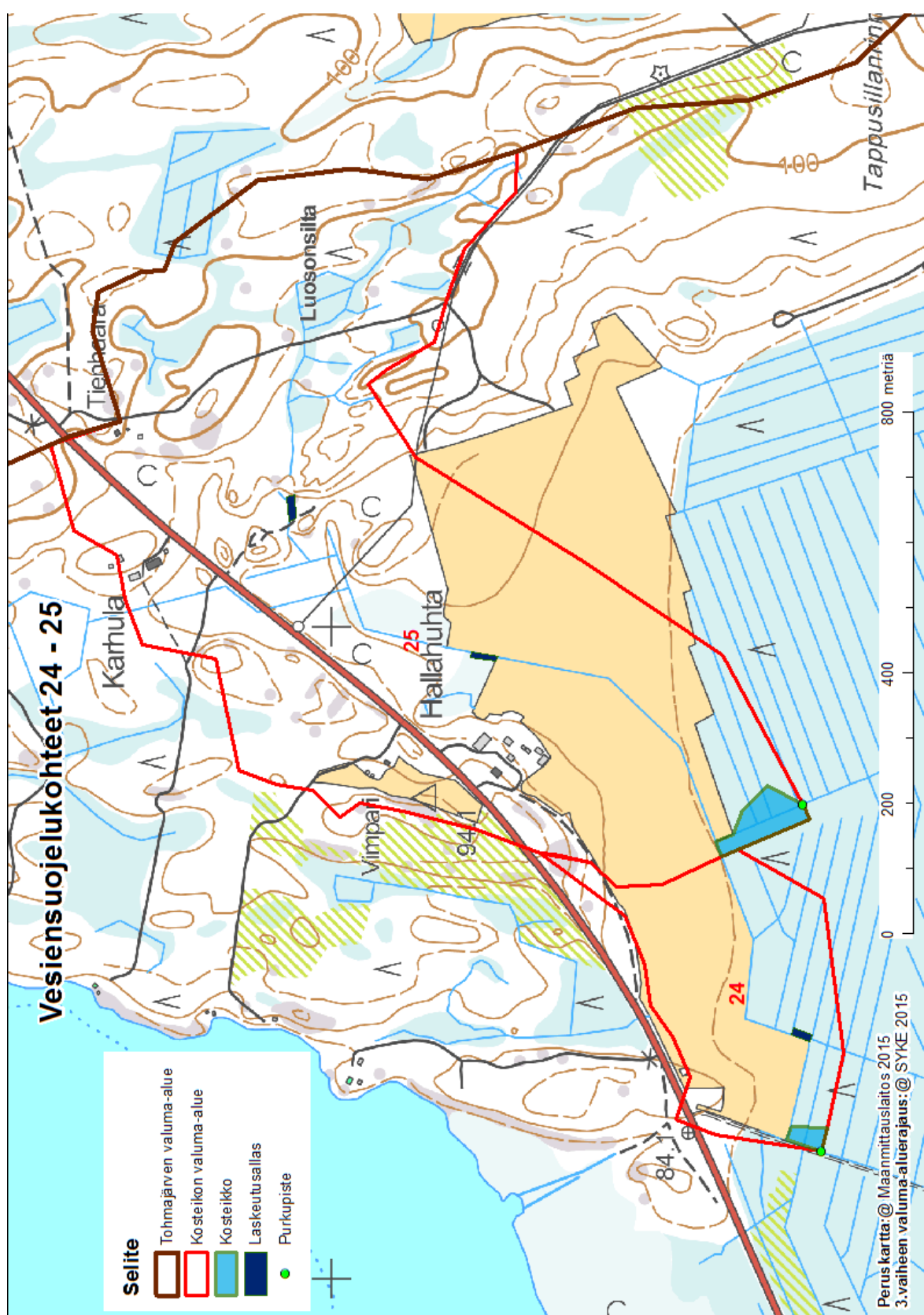




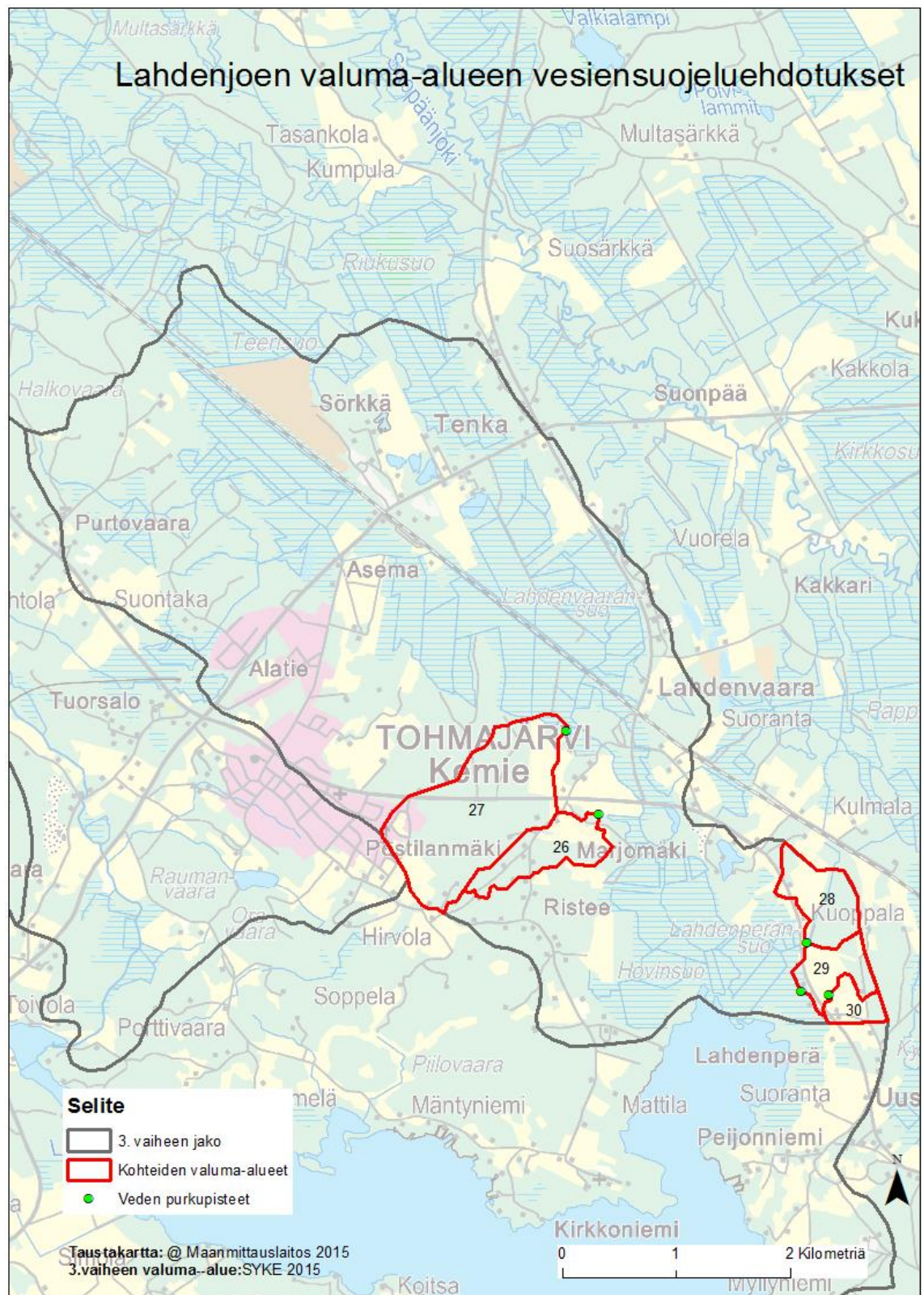


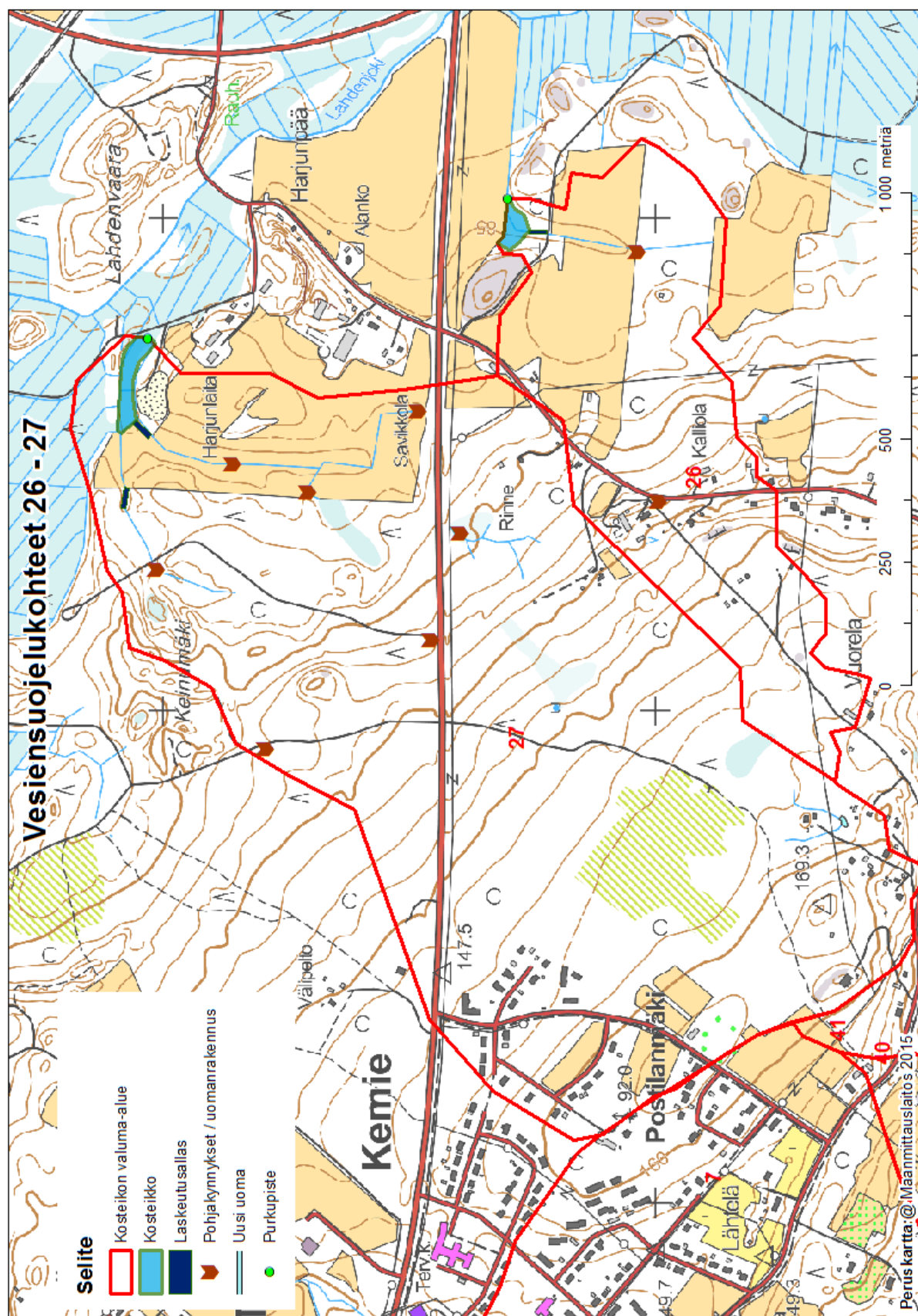




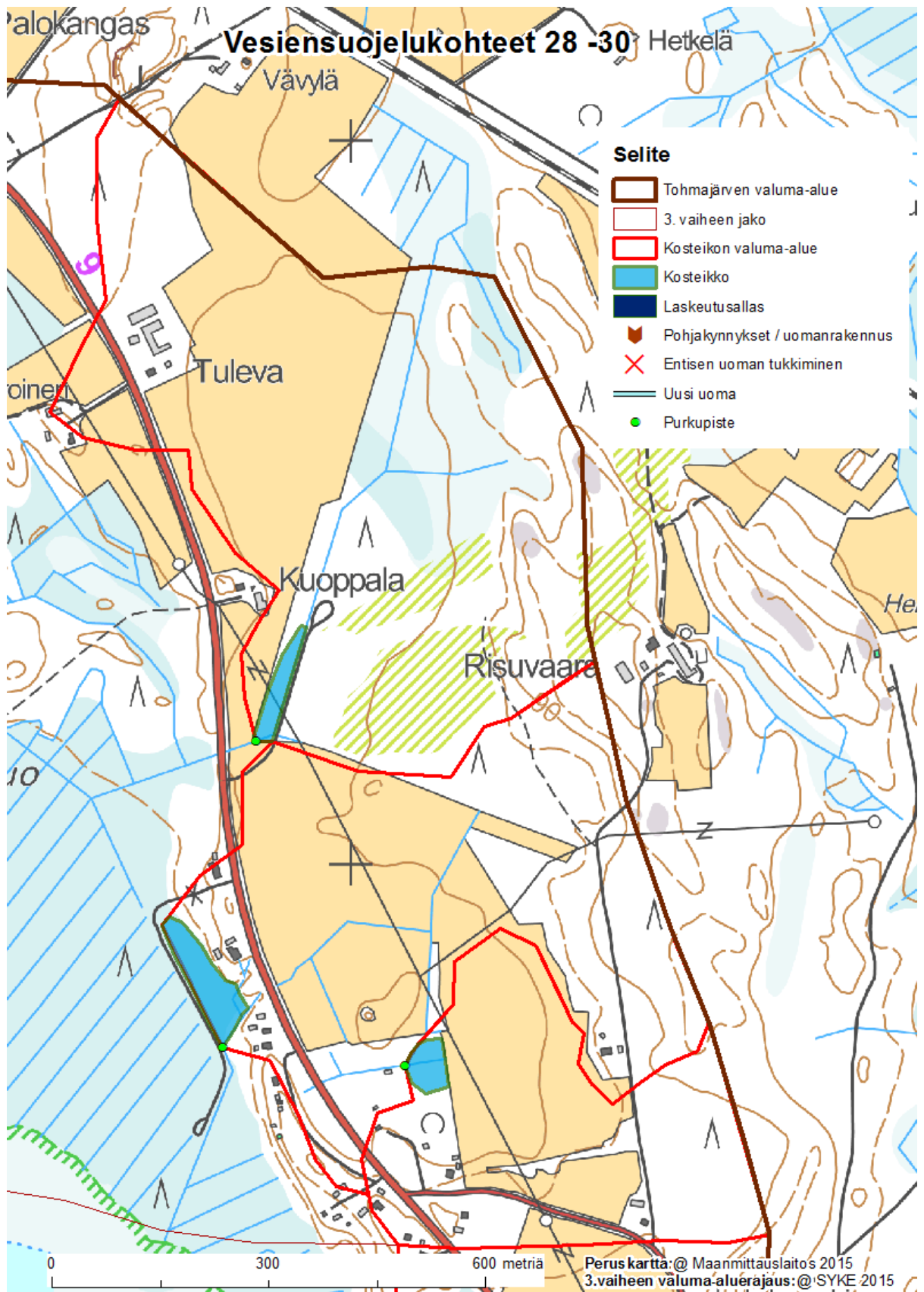


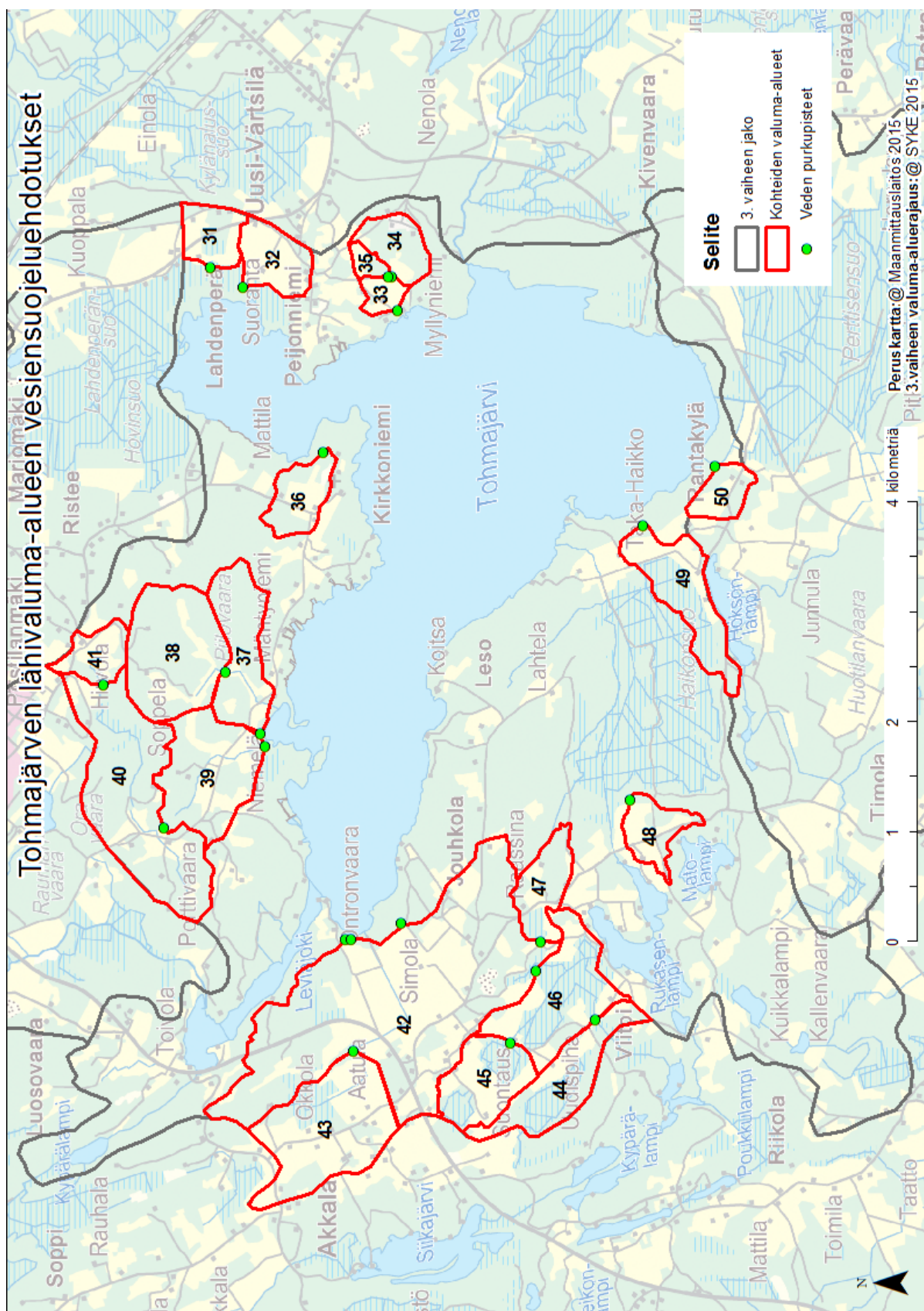


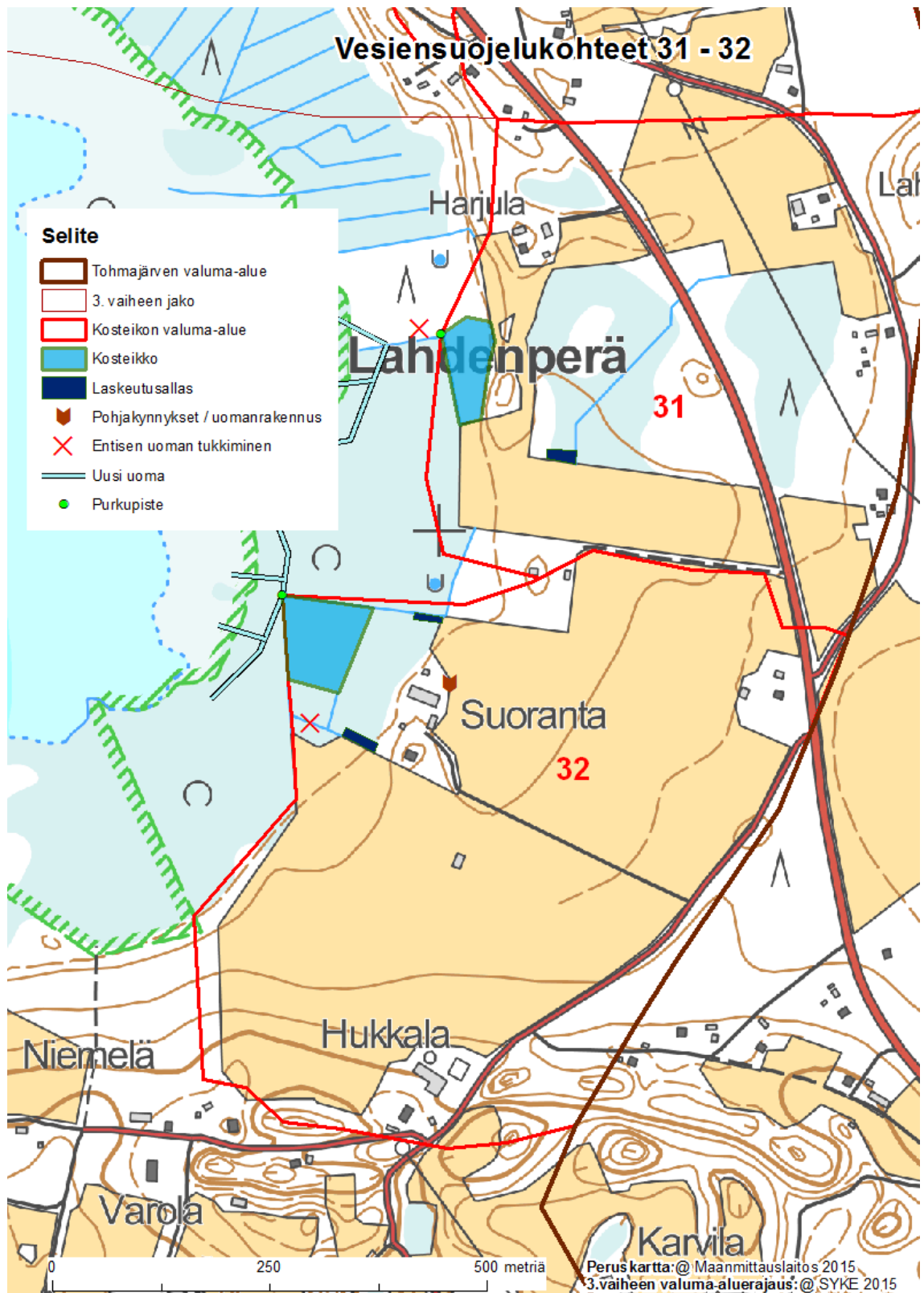




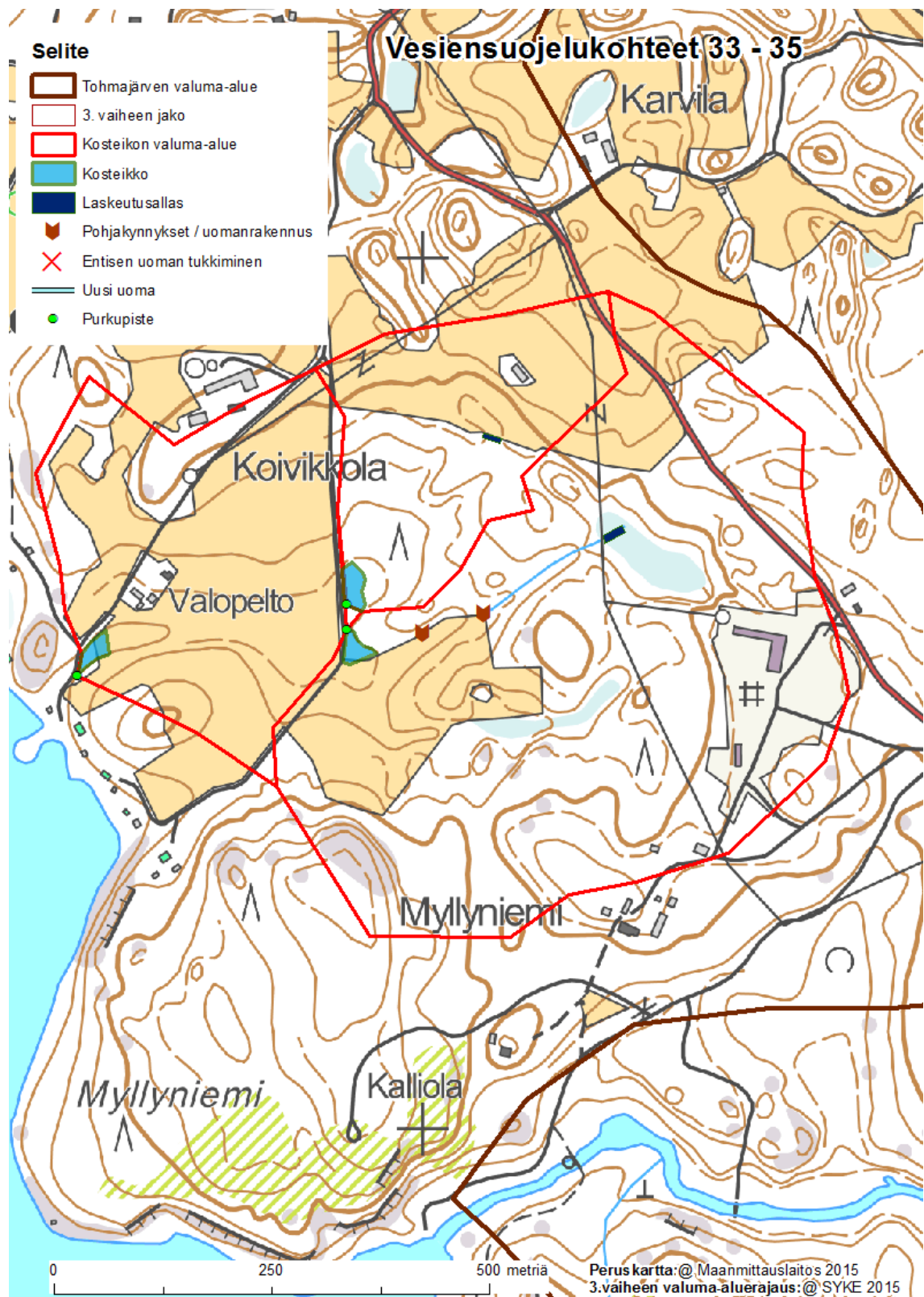


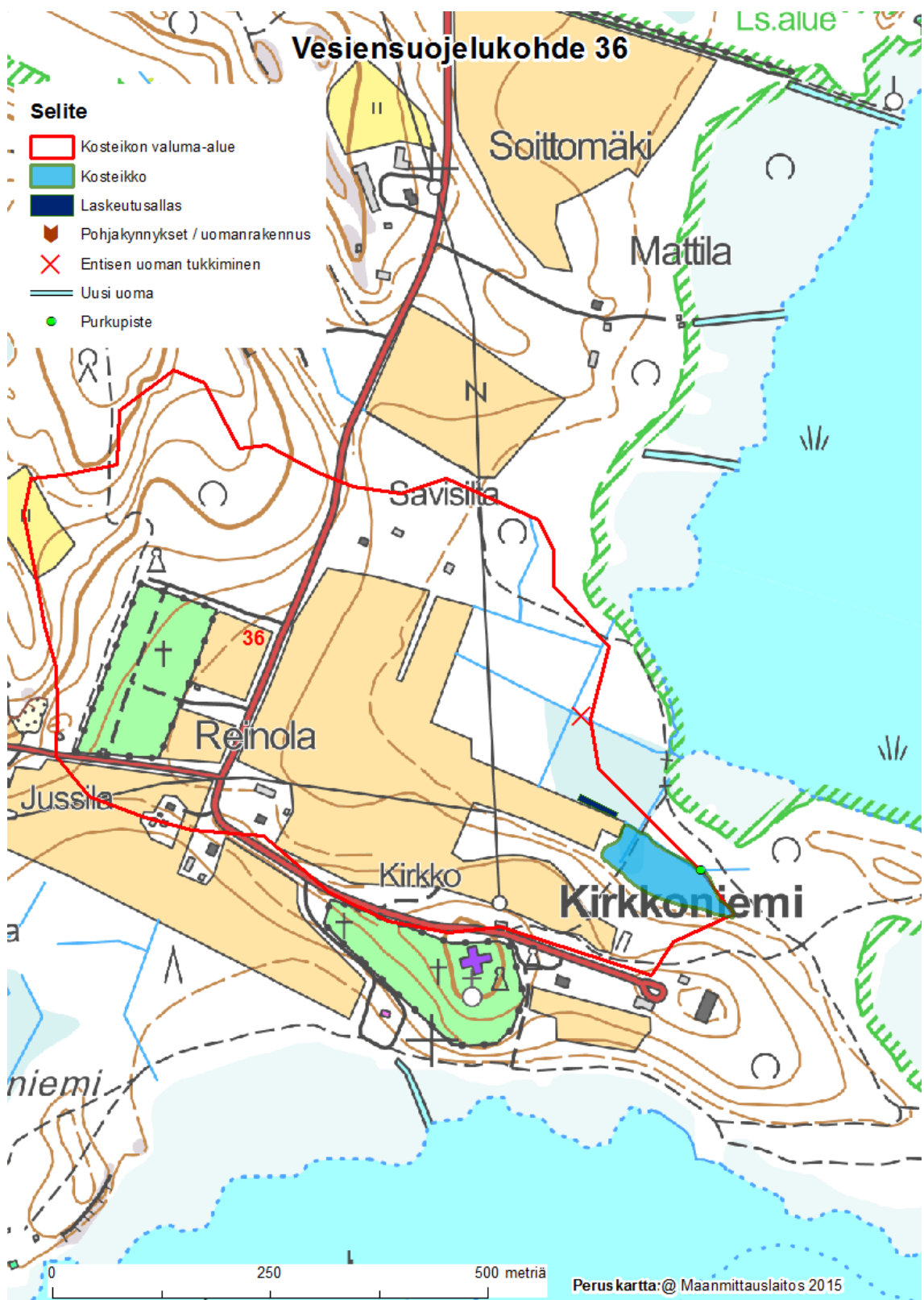




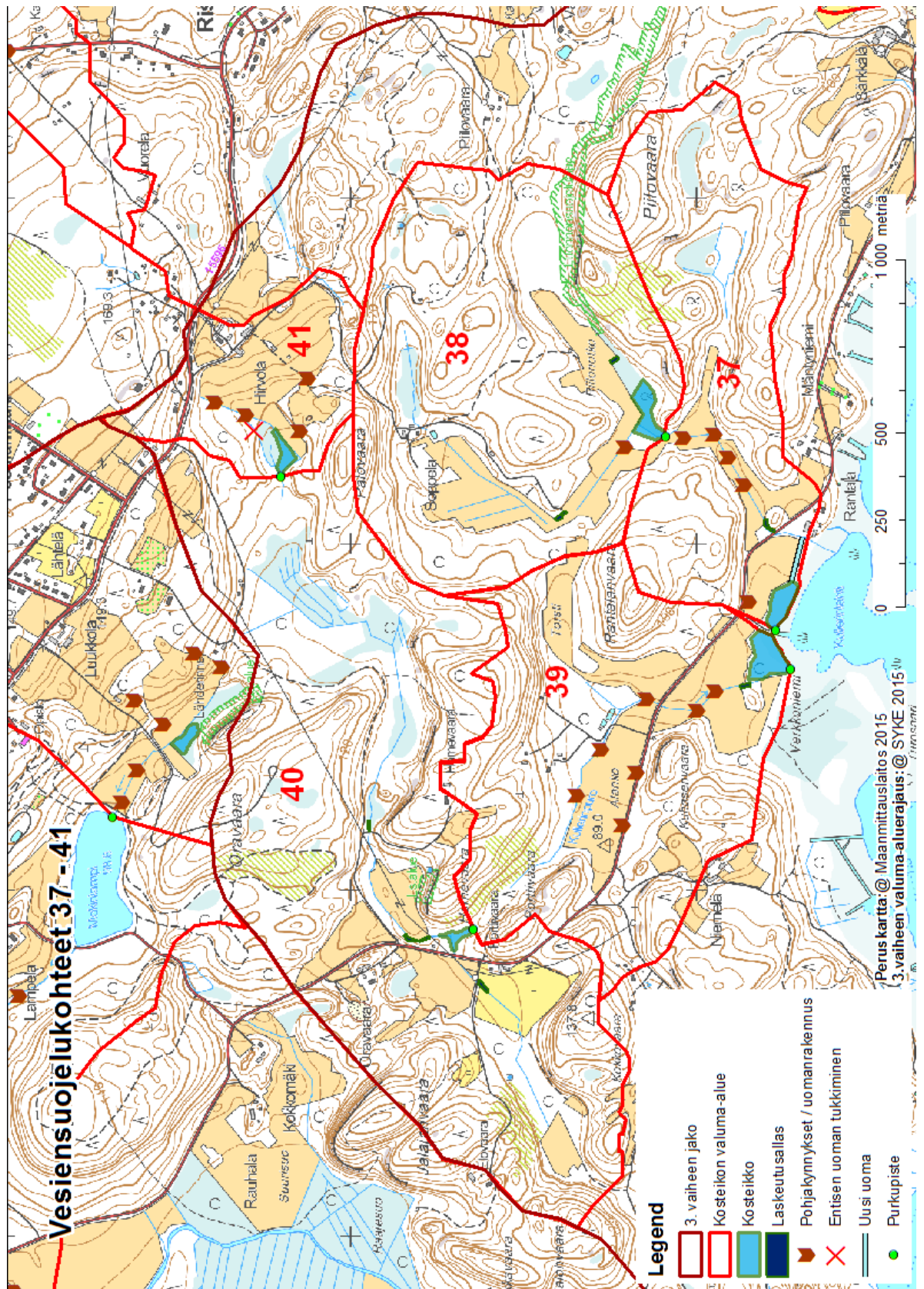




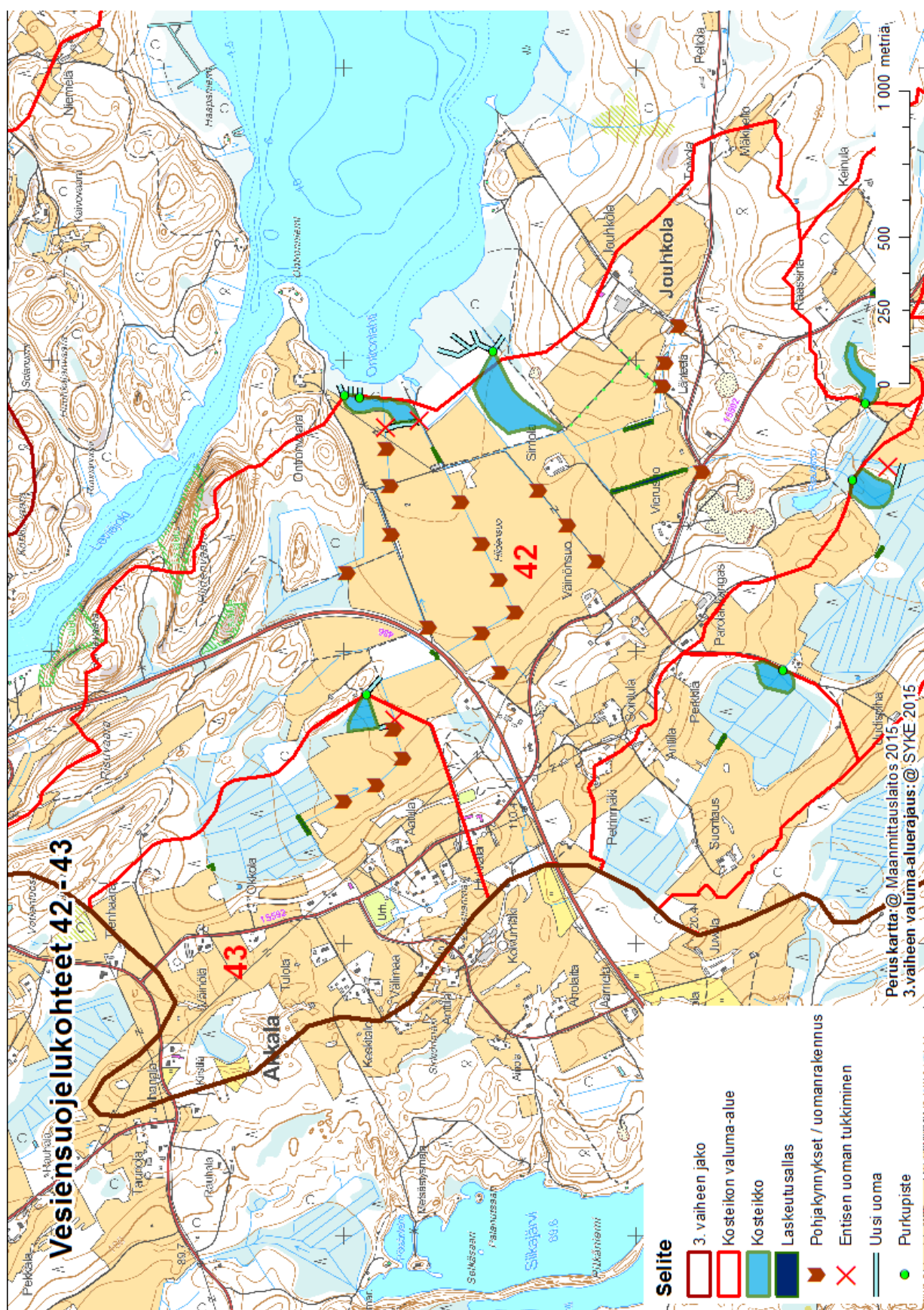


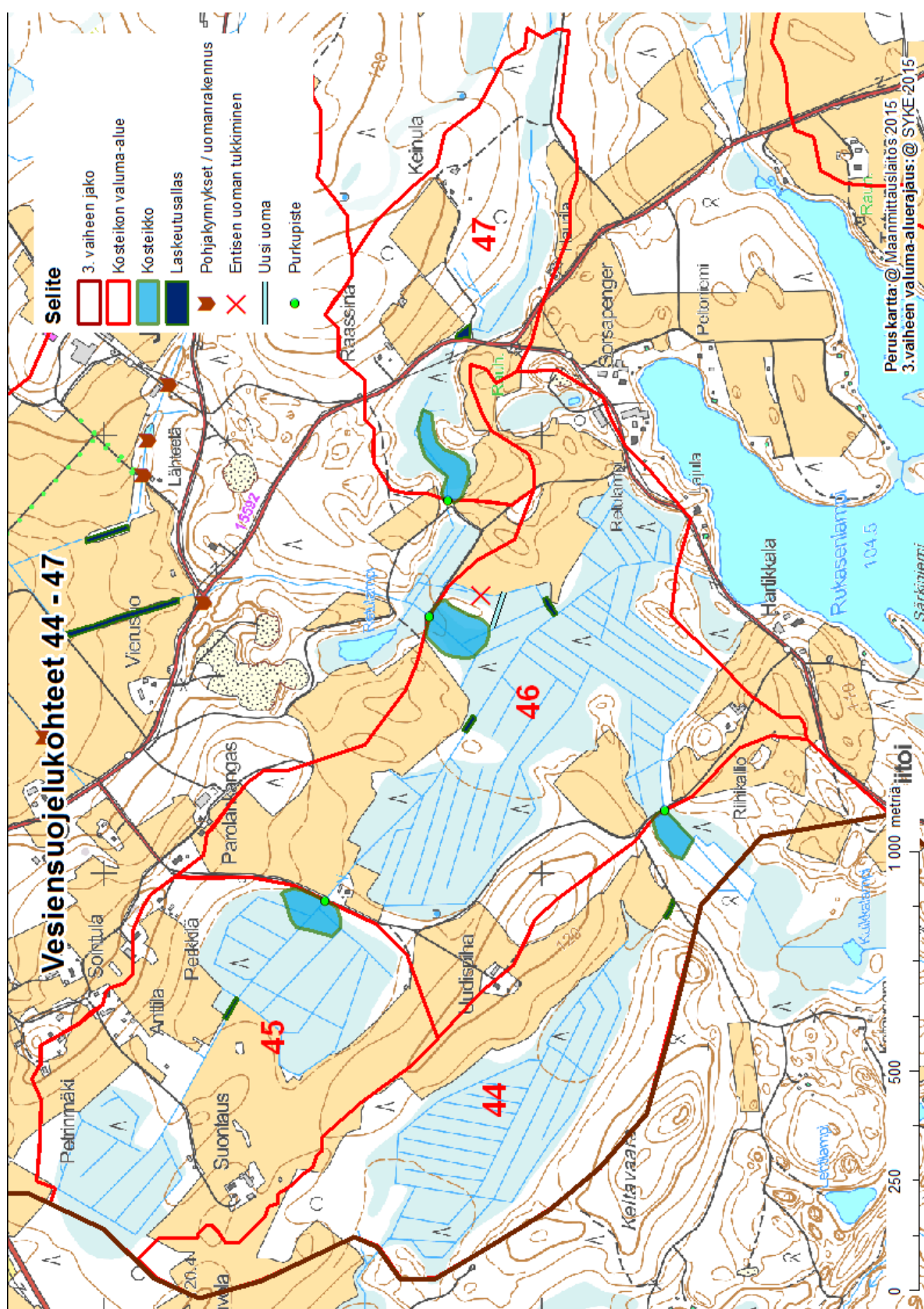




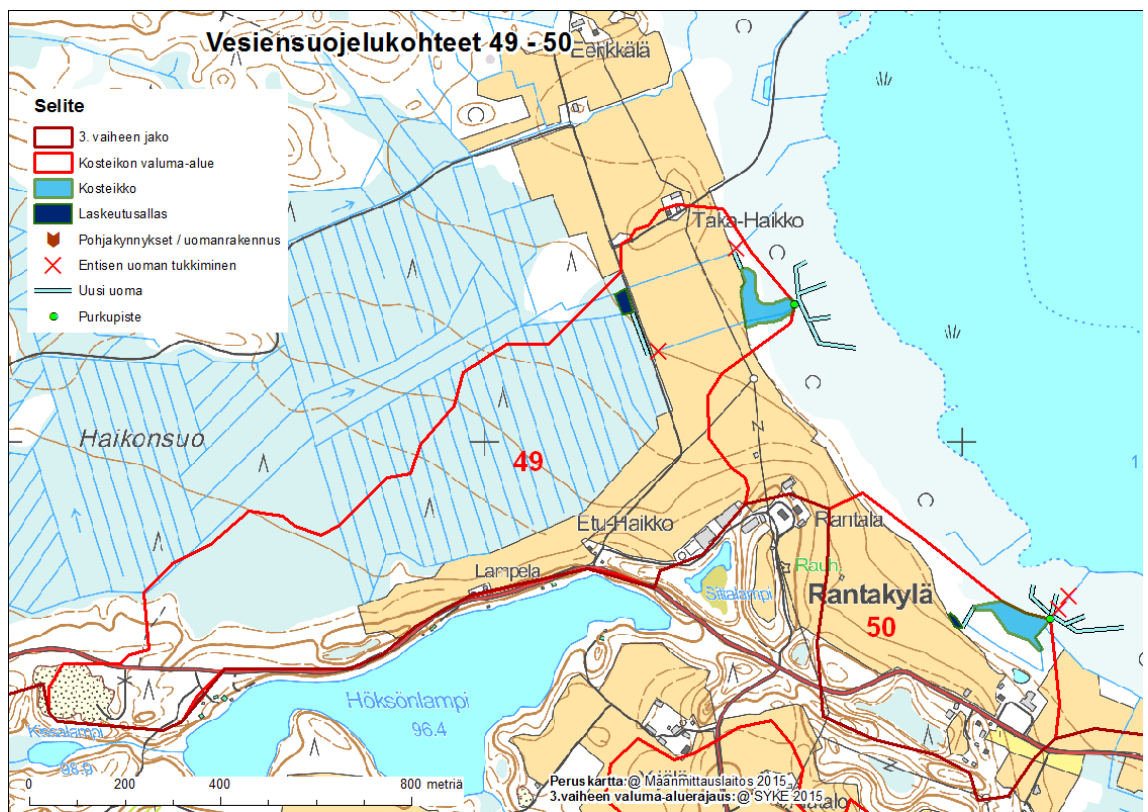
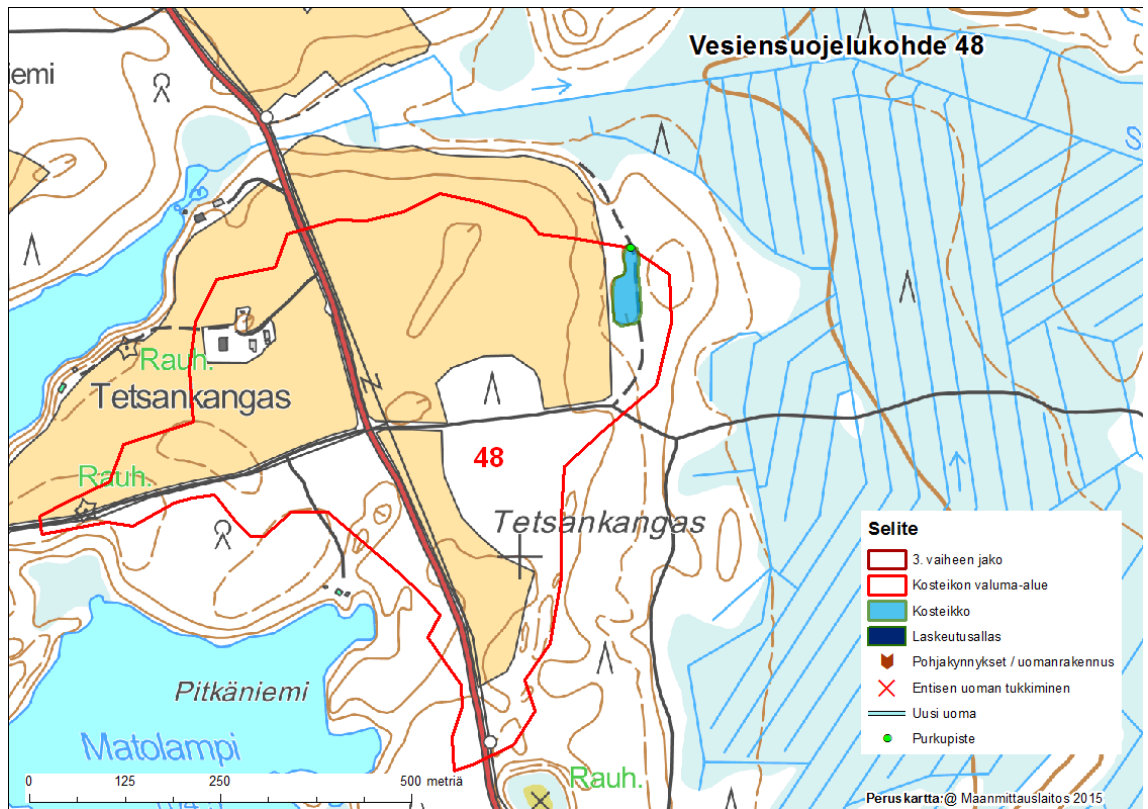














Osavaluma-alueet			Kosteikot		
Id	Pinta-ala (ha)	Peltoala (ha)	Peltoisuus (%)	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	valuma- alueesta (%)
1	38,5	24,7	64,2	-	-
2	394,7	61,0	15,4	21 600	0,55
3	57,3	24,6	42,9	8 073	1,41
4	26,5	12,2	46,1	5 255	1,98
5	86,2	22,6	26,2	4 802	0,56
6	173,1	51,7	29,9	11 302	0,65
7	79,1	20,9	26,4	3 033	0,38*
8	52,1	20,8	39,9	9 381	1,80
9	54,1	12,3	22,7	1 937	**
				7 366	1,72
10	53,9	16,6	30,8	4 477	0,83
11	22,9	5,3	23,1	4 266	1,86
12	49,4	16,3	33,0	11 237	2,27
13	104,5	30,3	29,0	3 408	0,33
14	14,0	9,7	69,0	3 066	2,18
15	34,6	6,3	18,1	3 139	0,91
16	46,5	12,2	26,3	6 243	1,34
17	24,1	18,9	78,4	3 033	1,26
18	23,5	17,4	73,8	4 059	1,73
19	208,1	72,0	34,6	22 077	1,06
20	38,5	18,0	46,8	5 246	1,36
21	231,4	67,5	29,2	13 388	**
				10 095	1,01
22	20,8	16,0	77,1	3 144	1,51
23	31,0	9,8	31,5	6 174	1,99
24	11,4	6,5	56,3	1 553	1,36
25	65,1	16,3	25,0	6 928	1,06
26	41,3	11,7	28,3	3 355	0,81
27	146,0	16,5	11,3	6 476	0,44
28	39,0	11,3	29,0	3 699	0,95
29	27,2	12,5	45,8	7 672	2,82
30	15,2	8,1	53,1	3 346	2,20
31	27,9	8,9	32,0	5 154	1,85
32	34,8	24,7	70,9	8 036	2,31
33	11,5	8,6	74,5	765	0,66
34	28,5	4,8	16,8	781	0,27*
35	7,7	3,9	50,3	1 113	1,45

Osavaluma-alueet			Kosteikot		
Id	Pinta-ala (ha)	Peltoala (ha)	Peltoisuus (%)	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	valuma- alueesta (%)
36	31,3	10,1	32,2	6 718	2,15
37	60,6	7,5	12,4	6 632	1,09
38	92,8	12,0	12,9	8 038	0,87
39	83,1	19,5	23,5	10 884	1,31
40	173,1	17,4	10,0	2 293	0,13
41	25,2	10,6	42,1	3 423	1,36
42	348,6	134,9	38,7	12 166	**
				32 742	1,29
43	109,4	59,7	54,6	7 816	0,71
44	60,0	15,1	25,1	5 696	0,95
45	52,1	22,7	43,6	9 226	1,77
46	82,3	28,1	34,1	12 859	1,56
47	35,2	8,4	24,0	9 780	2,78
48	27,6	15,6	56,4	2 891	1,05
49	60,3	17,9	29,7	6 251	1,04
50	20,8	9,7	46,8	6 056	2,92

- ei ehdotettua kosteikkoa

kosteikon osuus on alle 0,5 %, mutta myös muita rakenteita on ehdo-  
\* tettu

\*\* usean kosteikon osavaluma-alue, laskettu yhteen